



ТРАНСПОРТ

НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ТОПЛИВЕ



№ 2 (44) 2015



СПГ на транспорте: время инноваций

Использование газового топлива на коммунальной технике

Мировой рынок природного газа в качестве моторного топлива

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору
в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны
культурного наследия.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-30114

Включен в Перечень ВАК

Учредитель и издатель

НП «Национальная газомоторная ассоциация» (НГА),
аффилирована с Международным газовым союзом

Периодичность

6 номеров в год

Главный редактор

П.Г. Цыбульский

генеральный директор ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.

Члены редакционной коллегии

А. Беранек

генеральный директор ООО «ВИТКОВИЦЕ Рус» (Чехия)

Б.В. Будзуляк

председатель Комиссии по использованию
природного и сжиженного нефтяного газа
в качестве моторного топлива, д.т.н.

С.П. Горбачев

профессор, главный научный сотрудник
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т.н.

В.И. Ерохов

профессор «МАМИ», д.т.н.

Р.З. Кавтарадзе

профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н.

Т.В. Климова

начальник службы по связям с общественностью
и СМИ ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
заместитель главного редактора

С.И. Козлов

д.т.н.

С.В. Люгай

директор Центра использования газа
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н., исполнительный директор НГА

В.А. Марков

профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н.

А.В. Николаенко

ректор «МАМИ», профессор, д.э.н.

Ю.В. Панов

профессор МАДИ, к.т.н.

Н.Н. Патрахальцев

профессор Российского университета дружбы народов, д.т.н.

Е.Н. Пронин

член совета НГА

В.Л. Стативко

ветеран газовой отрасли, к.т.н.

В.Н. Фатеев

зам. директора НИЦ «Курчатовский институт», д.х.н.

Редактор

О.А. Ершова

E-mail: transport.1@ngvrus.ru

Тел.: +7 (498) 657 29 76

Отдел подписки и рекламы

E-mail: transport.2@ngvrus.ru

Тел.: +7 (498) 657 29 77

Перевод

А.И. Хлыстова

Компьютерная верстка

И.В. Шерстюк

Адрес редакции:

142717, Московская обл., Ленинский р-н, п. Развилка, а/я 253

www.ngvrus.ru

Отпечатано с готовых диапозитивов в ООО «Принт-Лидер»,

117186, Москва, ул. Нагорная, д. 15, корп. 8

Номер заказа

Сдано на верстку 15.02.2015 г.

Подписано в печать 15.03.2015 г.

Формат 60x90 1/8. Тираж 3000 экз. Бумага мелованная.

Печать офсетная, печ. л. 10,5

При перепечатке материалов ссылка на журнал

«Транспорт на альтернативном топливе» обязательна.

Редакция не несет ответственности за достоверность информации,

опубликованной в рекламных материалах

На обложке:

Комплекс сжижения природного газа

ООО «Газпром газомоторное топливо» в г. Калининград

В НОМЕРЕ

СПГ на транспорте: время инноваций	3
Гайдт Э.Д. Малотоннажное производство СПГ и область его применения <i>Опыт ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»</i>	7
Горбачев С.П., Кириенко К.И. Влияние реальных факторов на заправку криогенных бортовых топливных систем автотранспортных средств сжиженным природным газом	12
Проект «Балтийский СПГ» будет реализован в Усть-Луге	17
Марков В.А., Бирюков В.В., Девянин С.Н. Работа дизеля на дизельном топливе с добавкой этанола	18
Патрахальцев Н.Н. Показатели эффективности применения в дизеле спиртового топлива.	29
Коротков М.В., Тюняев И.В. Энергосервисный договор – новый стимул для перехода на газ	33
Бухаров Д.Б. Экономический эффект переоборудования транспорта коммунального хозяйства на газомоторное топливо	37
Евстифеев А.А. Метод формирования адекватной стоимости газового моторного топлива	41
Шишков В.А. Диагностика элементов газового оборудования поршневого ДВС с искровым зажиганием и электронной системой управления	47
Новые технологии использования природного газа	54
Тест газового мусоровоза пройден успешно	60
Продвижение газомоторного транспорта в Чувашии	62
1 млрд рублей для Омской области	64
Газпром будет развивать производство малотоннажного СПГ	64
Метан для морских судов	66
Европейская сеть КриоАЗС	68
СПГ на автобусах Варшавы	69
Муниципальный транспорт становится экологичным	70
Метан на транспорте КНР	72
Совместные проекты НХК «Узбекнефтегаз» и НК	74
СПГ-терминал в Пакистане	74
Мировой рынок КПГ по состоянию на февраль 2015 г.	75
Abstracts of articles	78
Авторы статей в журнале № 2 (44) 2015 г.	80



Founder and Publisher

Non-Commercial Partnership National Gas-Vehicle
Association (NGVRUS), is affiliated with IGU

Published

6 issues a year

Editor-in-Chief

Tsybulsky, P.G.

Director General of Gazprom VNIIGAZ, PhD

Editorial board members

Beranek Antonin

*Director General
of VÍTKOVICE Rus (Czech Republic)*

Budzulyak, B.V.

*Chairman of the Commission for Use of Natural
and Liquefied Petroleum Gas as Gas-Motor Fuel,
Doctor of Engineering*

Erokhov, V.I.

MAMI Professor, Doctor of Engineering

Gorbachev, S.P.

Professor, Gazprom VNIIGAZ, Doctor of Engineering

Kavtaradze, R.Z.

Professor of N.E. Bauman's MGTU, Doctor of Engineering

Klimova, T.V.

*acting Head of Public and Mass Media Relations Service
of Gazprom VNIIGAZ, deputy chief editor*

Kozlov, S.I.

Doctor of Engineering

Lyugai, S.V.

*PhD, Director of the Centre «Gas Use»,
JSC «Gazprom VNIIGAZ»,
executive director, NGVRUS*

Markov, V.A.

*Professor of N.E. Bauman's MGTU,
Doctor of Engineering*

Nikolaenko, A.V.

*Rector of the Moscow State Technical University (MAMI), Professor,
Doctor of Science*

Panov, Yu.V.

Professor of MADI (GTU), PhD

Patrakhaltsev, N.N.

*Professor of People's Friendship University of Russia,
Doctor of Engineering*

Pronin, E.N.

member of the Council, NGVRUS

Stativko, V.L.

The vet of gas industry, Candidate of Science

Fateev, V.N.

*Deputy Director of RNC Kurchatovsky Institute,
Doctor of Chemistry*

Editor

Ershova, O.A.

E-mail: transport.1@ngvrus.ru
Phone.: +7 (498) 657 29 76

Subscription and Distribution Department

E-mail: transport.2@ngvrus.ru
Phone.: +7 (498) 657 29 77

Translation by

Khlystova A.I.

Computer imposition

Sherstyuk, I.V.

Editorial office address:

PO Box 253, p. Razvilka, Leninsky r-n,
Moskovskaya obl, 142717
www.ngvrus.ru

Order number

Passed for press on 15.02.2015

Endorsed to be printed on 15.03.2015

Format 60x90 1/8 Circulation 3,000 copies Enamel paper

Offset printing, 10,5 conditional printed sheets

When copying materials, a reference «Alternative Fuel Transport» International
Scientific and Technical Magazine is obligatory.

The editors are not responsible for accuracy of the information contained
in advertising matter.

CONTENTS

LNG transport brings innovation time.	3
Edward Gaydt Small-scale production of LNG and its scope. Experience of the LLC «Gazprom Transgaz Ekaterinburg»	7
Stanislav Gorbachev, Kristina Kirienko The influence of real factors on refueling On-board cryogenic fuel systems of vehicles with liquefied natural gas	12
Vladimir Markov, Vladimir Birukov, Sergey Devyanin Functioning of the Diesel Engine on Diesel Fuel with Ethanol Addition	18
Nicholay Patrakhaltsev Performance indicators of alky gas usage in diesel engine as an additive	29
Maxim Korotkov, Igor Tyunyaev Energy service agreement as a new impetus for the transition to gas	33
Dmitry Bukharov The economic effect of the conversion of municipal transport services to natural gas	37
Andrey Evstifeev Method of forming a reasonable price for gas motor fuel	41
Vladimir Shishkov Diagnostics of the gas equipment elements of the internal piston combustion engine with spark-plug ignition and electronic control system	47
New technologies of natural gas usage	54
Gas garbage truck passes test successfully	60
Promoting Natural Gas Vehicle in Chuvashia	62
1 billion rubles for the Omsk region	64
Gazprom is to develop the production of low-tonnage LNG	64
Methane for marine	66
KrioAZS the European Network	68
LNG buses in Warsaw	69
Municipal transport becomes greener	70
Methane transport in China	72
The CNG world market on the February 2015	75
Abstracts of articles	78
Contributors to journal issue No 2 (44) 2015 г.	80

СПГ на транспорте: время инноваций

Производство и реализация компримированного (КПГ) и сжиженного (СПГ) природного газа в качестве моторного топлива – стратегическое направление деятельности для ОАО «Газпром». Развитие газомоторного рынка поручено специализированной компании – «Газпром газомоторное топливо». Определены перспективные сегменты транспорта для реализации КПГ и СПГ, проведена оценка потенциальной емкости рынков. Во взаимодействии с регионами компания приступила к реализации комплексных проектов создания газомоторной инфраструктуры.

Экономическая и экологическая эффективность использования природного газа на транспорте – доказанный факт. В компримированном виде природный газ – это оптимальное решение для общественного, легкого коммерческого транспорта и коммунальной техники. Ключевыми потребителями СПГ, в свою очередь, являются магистральный автотранспорт, тяжелая карьерная и сельскохозяйственная техника, речные и морские суда, а также железнодорожные локомотивы.

Стратегия

На сегодняшний день в России действует семь комплексов малотоннажного производства СПГ. Полученное сырье экспортируется, используется для реализации опытных проектов, идет на нужды автономной газификации населенных пунктов, удаленных от газопровода. Другими словами, производственные мощности разрознены и обеспечивают потребности локальных потребителей.

Развитие рынка малотоннажного производства СПГ необходимо рассматривать в комплексе. Это требует системного подхода в работе. Поэтому «Газпром газомоторное топливо» как единому оператору поручена разработка Программы, определяющей основные направления производства

и использования малотоннажного СПГ в Группе Газпром. К участию в ее разработке привлечены научные центры ОАО «Газпром» и заинтересованные участники рынка. Результатом разработки Программы станет определение единой стратегии ОАО «Газпром» по развитию сегмента малотоннажного производства СПГ для использования в качестве моторного топлива, а также для целей автономной газификации.



Развитие малотоннажного производства СПГ – перспективное направление деятельности ОАО «Газпром»



Практика

Первым практическим опытом по использованию сжиженного природного газа на транспорте стал проект ОАО «РЖД» по эксплуатации двух газомоторных локомотивов (газотурбовозы) и газопоршневого маневрового тепловоза на Свердловской железной дороге, заправку которых обеспечивает комплекс по сжижению природного газа в Екатеринбурге. Результаты эксперимента оказались успешными: без потерь в мощности затраты на топливо (по сравнению с дизельным аналогом) снижаются на 30 %. Свердловская железная дорога рассматривает возможность использования газотурбовозов на неэлектрифицированном участке Войновка – Сургут – Коротчаево.

Расширение использования сжиженного природного газа на транспорте требует масштабного развития инфраструктуры. Специалисты «Газпром газомоторное топливо» проработали вопросы организации производственно-сбытовой инфраструктуры, логистических цепочек поставки СПГ, а также определили ключевые группы потребителей топлива. Согласно концепции развития газомоторного бизнеса, разработанной

в компании, прогнозируемый объем реализации СПГ в качестве моторного топлива к 2020 г. составит 3,8 млн т в год, а ключевым потребителем на ближайшую перспективу станет магистральный грузовой автотранспорт.

Производство

Опыт предприятий Группы Газпром показал, что оптимальными вариантами организации малотоннажного производства СПГ являются создание КСПГ на базе ГРС и существующих АГНКС, а также строительство автономных комплексов с использованием циклов на внешних хладагентах со 100%-ным или частичным ожижением. При этом каждый вариант имеет свои преимущества и недостатки.

Наиболее эффективным с точки зрения энергетических затрат является производство СПГ на ГРС. Однако развитие данной технологии ограничено рядом факторов. Самый значительный из них заключается в том, что производство СПГ на ГРС возможно только на объектах со стабильной подачей газа вне зависимости от времени года. А таких из 3950 в России чуть больше 170. К тому же для получения СПГ высокого качества (для его использования в качестве моторного топлива) потребуются значительные инвестиции в газоочистку, которые в случае создания небольших комплексов могут быть экономически неоправданны.

Неоспоримым преимуществом производства СПГ на автономных комплексах со 100%-ным ожижением является автономность объекта – КСПГ может быть размещен в регионе, где отсутствуют подходящие по параметрам ГРС. Кроме того, всесезонная работа комплекса позволяет обеспечивать бесперебойное производство и поставку СПГ потребителям. Конечно, строительство автономных комплексов требует больших инвестиций, чем при организации КСПГ на базе ГРС, однако



Заправка метановоза сжиженным природным газом в Калининградском филиале ООО «Газпром газомоторное топливо»

получаемый СПГ имеет гарантированно высокое качество, а стабильность его поставок является определяющим фактором для участников рынка газомоторного топлива.

Что касается третьего способа – производство СПГ на АГНКС, то его преимуществом является возможность использования ресурсов основного компрессорного и технологического оборудования станции, а также инженерной инфраструктуры и персонала. Использование этой технологии позволяет создать сеть производства СПГ в сжатые сроки. К недостаткам можно отнести самый высокий уровень энергозатрат при производстве СПГ.

Поэтому первоочередной задачей является определение оптимального формата организации производственной инфраструктуры для каждого конкретного региона. Для этого в 2014 г. компания – единый оператор «Газпром газомоторное топливо» – была назначена агентом от ОАО «Газпром» по реализации проектов малотоннажного производства СПГ на ГРС. Первым этапом работы компании станет разработка технико-экономических обоснований пилотных проектов по созданию производственно-сбытовых сетей малотоннажного СПГ в ряде регионов России.

Логистика и сбыт

Важно, что теперь создание технологической цепочки производство – транспортировка – потребление СПГ рассматривается в комплексе. Это оптимизирует сроки реализации проектов и является залогом окупаемости инвестиций.

При планировании размещения инфраструктурных объектов «Газпром газомоторное топливо» руководствуется региональным принципом. Необходимость создания инфраструктуры в том или ином субъекте РФ оценивается не в разрезе отдельных объектов инвестирования, а на региональном



Для каждого региона важно определить оптимальный формат производственной инфраструктуры

уровне с перспективой расширения в соседние регионы. При проектировании сбытовых сетей обязательно оцениваются существующие и перспективные транспортные коридоры, а также потенциал смежных областей. С учетом этого реализация проектов в отдельных регионах позволит создать единую федеральную газозаправочную сеть, что станет основой для создания международных газомоторных коридоров.

В этой связи большое значение имеет взаимодействие с региональными органами власти. На сегодняшний день соглашение о сотрудничестве с компанией «Газпром газомоторное топливо» подписали 35 субъектов РФ. Местоположение новых инфраструктурных объектов определяется совместно с регионами. Таким образом, власти становятся заинтересованными участниками процесса развития газомоторного рынка и берут на себя обязательства по расширению использования природного газа в различных сегментах транспорта.

Пилотные проекты

Первым пилотным регионом по созданию производственно-сбытовой



инфраструктуры СПГ/КПГ станет Республика Татарстан. В феврале 2015 г. генеральный директор ООО «Газпром газомоторное топливо» Михаил Лихачев и Премьер-министр Татарстана Ильдар Халиков подписали План мероприятий по развитию проекта в сфере малотоннажного производства и использования сжиженного природного газа в качестве моторного топлива на территории республики. В регионе планируется строительство комплекса по сжижению природного газа и обширной сети КриоАЗС, которая позволит обеспечить заправку транспортных средств и спецтехники как сжиженным природным газом, так и регазифицированным компримированным природным газом.

Комплексный подход к созданию региональной газозаправочной инфраструктуры позволит осуществить полноценную синхронизацию планов «Газпром газомоторное топливо» по строительству объектов на территории Республики Татарстан с планами региональных властей по расширению применения природного газа на всех видах транспорта.

В качестве потенциальных регионов для развития производственно-сбытовой инфраструктуры СПГ компания также рассматривает Москву и Московскую область, Калининградскую область и Краснодарский край.

В 2014 г. «Газпром газомоторное топливо» провело модернизацию КСПГ с АГНКС в г. Калининград. В ноябре комплекс был запущен в промышленную эксплуатацию. Сегодня компания рассматривает возможность увеличения его мощности более чем в два раза – с 3 до 7...8 т/час. Этот действующий инфраструктурный объект может стать базовым активом пилотного проекта и позволит в кратчайшие сроки организовать производственно-сбытовую сеть заправок СПГ/КПГ в регионе.

Системный подход к развитию производства и использования СПГ в качестве моторного топлива требует наращивания научно-исследовательских работ. Для этого компания планирует создать на базе Московского газоперерабатывающего завода опытно-промышленную площадку по производству СПГ. При организации комплекса компания предполагает использование оборудования преимущественно отечественных производителей. Также на базе комплекса «Газпром газомоторное топливо» совместно с ведущими отраслевыми институтами планирует организовать проведение стажировок и подготовки кадров для отрасли производства и использования СПГ.

К реализации проектов по развитию производственно-сбытовых сетей СПГ/КПГ в пилотных регионах «Газпром газомоторное топливо» приступит уже в текущем году. Первым этапом работы станет определение эффективных технологий и потенциалов производства, мест расположения заправочных комплексов СПГ/КПГ. Результаты анализа будут представлены в технико-экономических обоснованиях развития региональных топливных инфраструктур, а также проектов развития транспортных коридоров РФ.

Расширение малотоннажного производства СПГ для его использования в качестве моторного топлива – это лишь вопрос времени и ресурсов. Уже сегодня ясно, что этот вид топлива востребован и имеет большой потенциал на рынке. Успешный опыт применения СПГ на транспорте и в области организации производственной инфраструктуры, а также системный подход к планированию федеральной инфраструктурной сети – это ключевые слагаемые развития нового перспективного направления деятельности ОАО «Газпром».

Управление внешних коммуникаций
ООО «Газпром газомоторное топливо»

Малотоннажное производство СПГ и область его применения

Опыт ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»

Э.Д. Гайдт, начальник управления «Уралавтогаз» филиала
ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»

Роль сжиженного природного газа как универсального энергоносителя будет возрастать. Для более широкого его использования необходимо создавать экономичные комплексы по производству СПГ, производить оборудование для его хранения, транспортировки и регазификации. В связи с этим ценным является опыт ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» по созданию комплексов по производству СПГ и внедрению эффективных СПГ-технологий для обеспечения топливом автономных котельных и автотранспорта, а также для газоснабжения при аварийных и ремонтных работах на объектах магистральных газопроводов.

Ключевые слова:

природный газ, сжиженный природный газ, автомобильная газонаполнительная компрессорная станция, комплекс по производству СПГ, СПГ-технология.

Сжиженный природный газ (СПГ) имеет значительные преимущества перед другими энергоносителями. Его использование актуально в тех регионах, где сетевая газификация экономически не оправдана. СПГ – самый экологически чистый и безопасный из массово используемых видов топлива, что открывает широкие перспективы его применения в промышленности, на транспорте и в ЖКХ.

На сегодняшний день ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» является одним из первопроходцев среди газотранспортных предприятий ОАО «Газпром» по освоению технологий малотоннажного производства СПГ, его транспортировке и использованию. На первом этапе Обществом был построен комплекс производства СПГ на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции (АГНКС) в г. Первоуральск. Производительность комплекса составляет 0,8 т/ч. Полученный СПГ используется для газоснабжения котельной мощностью 3 МВт в санатории-профилактории «Озеро Глухое». Доставка до санатория осуществляется транспортными емкостями для перевозки сжиженного метана.

В результате трехстороннего соглашения между ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург», ОАО «КАМАЗ» и НПФ «Гелиймаш» были созданы первые образцы КАМАЗов и городского автобуса НЕФАЗ, укомплектованные газовыми двигателями КАМАЗ с криогенным баком для заправки СПГ. Первые результаты показали значительное преимущество новой техники в сравнении с газобаллонными автомобилями. Так, значительно снизилась снаряженная масса автомобиля, и более чем в два раза вырос его пробег без дозаправки.

Следующим этапом в освоении СПГ автотранспортом стала установка в 2013 г. на АГНКС в Первоуральске первой в России топливораздаточной колонки СПГ. С апреля 2014 г. по настоящее время на АГНКС в Первоуральске осуществляется заправка опытной партии техники ОАО «КАМАЗ», оборудованной криогенными баками и проходящей полевые испытания в Свердловской и Московской областях (рис. 1).



Рис. 1. Заправка опытного самосвала КАМАЗ, оборудованного криобаком для СПГ

В настоящее время ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» совместно с ООО «Газпром газомоторное топливо» сотрудничает с крупнейшими в России потенциальными потребителями СПГ, одним из которых является промышленный холдинг по производству цемента ЗАО «ЕВРОЦЕМЕНТ групп». В составе данного холдинга есть два предприятия, находящиеся в зоне ответственности «Газпром трансгаз Екатеринбург», – ЗАО «Катавский цемент» и ЗАО «Невьянский цементник». В настоящее время ЗАО «ЕВРОЦЕМЕНТ групп» рассматривает возможность перевода своих карьерных самосвалов на использование СПГ, в связи с чем в ноябре 2014 г. в ЗАО «Невьянский цементник» были направлены два тестовых карьерных самосвала марки HOWO, работающие на СПГ (рис. 2). Их заправка будет производиться с помощью криогенного автомобильного газозаправщика (КриоПАГЗ), оборудованного криогенным насосом и узлом коммерческого учета газа, от комплекса производства СПГ на ГРС-4 в Екатеринбурге.

Наиболее эффективно применять СПГ в качестве моторного топлива на железнодорожном транспорте. Для развития этого направления ОАО «Газпром» и ОАО «РЖД» разработали программу по организации на полигоне Свердловской железной дороги опытной эксплуатации газомоторных локомотивов (ГМЛ). Целью этой программы является внедрение газомоторного топлива (СПГ) на объектах ОАО «РЖД» как наиболее крупном представителе транспортной системы России. Этой программой предусмотрено создание пункта экипировки ГМЛ и бортовых криогенных топливных систем ГМЛ. Для производства необходимого количества СПГ в соответствии с программой ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» создало современный комплекс производства СПГ на ГРС-4 в Екатеринбурге. Проектная мощность комплекса – 3 т/ч (рис. 3).



Рис. 2. КриоПАГЗ (слева) и карьерный самосвал HOWO LNG



Рис. 3. Комплекс производства СПГ на ГРС-4 в Екатеринбурге

С января 2013 г. на пункте экипировки, находящемся в непосредственной близости от комплекса, осуществляется регулярная заправка магистрального газотурбовоза ГТ1h-001. Объем одной его заправки составляет 17 т СПГ.

Мощность силовой установки ГТ1h-001 (8 300 кВт) позволяет водить тяжеловесные поезда массой до 15 тыс. т – по равнинному профилю, до 9 тыс. т – по горному профилю. По данным ОАО «РЖД», при использовании газотурбовоза ГТ1h-001 в 2,5 раза уменьшается экологический ущерб и обеспечивается значительное снижение годовых эксплуатационных затрат в сравнении с дизельным локомотивом. Подтверждена эффективность применения газотурбовозной тяги при сопровождении тяжеловесных поездов массой более 7 тыс. т.

С июля 2014 г., кроме газотурбовоза ГТ1h-001, начались эксплуатационные испытания газомоторных локомотивов нового поколения – газотурбовоза ГТ1h-002 и маневрового газопоршневого тепловоза ТЭМ19-001, заправка которых также осуществляется на пункте экипировки комплекса (рис. 4).



*a**б**в*

Рис. 4. Газомоторные локомотивы ОАО «РЖД»:

a – магистральный газотурбовоз ГТ1h-001; *б* – магистральный газотурбовоз ГТ1h-002;
в – маневровый газопоршневой тепловоз ТЭМ19-001

По окончании эксплуатационных испытаний газомоторных локомотивов нового поколения планируется сертифицировать газотурбовоз серии ГТ1h-002 и газопоршневой маневровый тепловоз серии ТЭМ19, а также организовать их серийное производство. Привлечение такого солидного потребителя на рынок газомоторных топлив создаст предпосылки к увеличению производственных мощностей по выработке СПГ.

Уже несколько лет ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» активно использует СПГ для газоснабжения и газификации объектов газопотребления. Так, помимо газоснабжения котельной в санатории-профилактории «Озеро Глухое», ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» успешно использует СПГ для мобильного газоснабжения потребителей при проведении ремонтных работ на газопроводах без прекращения подачи газа потребителю.

Например, мобильный комплекс регазификации СПГ уже использовался на предприятиях Нижнего Тагила, Верхней и Нижней Салды, Каменск-Уральского, Кыштыма, Еманжелинска и других населенных пунктов (рис. 5). Ежегодно при ремонтах газопроводов используется 40...60 т СПГ для замещения трубопроводного газа.



Рис. 5. Активный мобильный регазификатор СПГ РПМ 2000

В рамках соглашения о сотрудничестве между правительством Свердловской области и ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» «О расширении использования КПГ в качестве моторного топлива и СПГ для беструбопроводной газификации объектов» был запущен пилотный проект альтернативной газификации с использованием СПГ в поселке Староуткинск (Свердловская область). Реализация плана позволила обеспечить теплом на территории городского округа Староуткинск 17 многоквартирных домов, больницу, школу, детский сад и здание администрации муниципалитета.

Другим потенциальным направлением использования СПГ является создание баз резервного газоснабжения для населенных пунктов. На сегодняшний день по договору между ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» и ООО «Газпром промгаз» разработаны и в настоящее время согласовываются «Технико-экономические предложения по резервному газоснабжению социально значимых объектов г. Каменск-Уральский». Газоснабжение этого города осуществляется только через один газопровод-отвод общей протяженностью 70,5 км от одной ГРС производительностью 256,2 тыс. м³/ч.

Вместо строительства резервного газопровода длиной 87 км планируется строительство комплекса производства СПГ на ГРС в г. Каменск-Уральский производительностью 3 т/ч, системы хранения объемом 3,5 тыс. м³ СПГ и системы регазификации СПГ производительностью по газу 20 тыс. м³/ч. Подача природного газа потребителям Каменск-Уральского будет осуществляться через существующие распределительные сети после ГРС. Возникнувший при организации базы резервного газоснабжения потенциал производства и хранения СПГ можно использовать для автономной газификации региона.

Опыт, накопленный в течение более 10 лет успешной работы над СПГ-проектами, компетентность специалистов на всех стадиях реализации таких проектов – от проектирования до эксплуатации – делают ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» лидирующей компанией в ОАО «Газпром» по освоению технологий малотоннажного производства СПГ, его транспортировке и использованию.

С начала строительства в 2001 г. первой установки по производству СПГ на АГНКС в Первоуральске ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург» удалось реализовать полную технологическую цепочку обращения СПГ, включающую производство, транспортировку и его использование.

Влияние реальных факторов на заправку криогенных бортовых топливных систем автотранспортных средств сжиженным природным газом

12

С.П. Горбачев, профессор, главный научный сотрудник
ООО «Газпром ВНИИГАЗ», д.т.н.,

К.И. Кириенко, младший научный сотрудник ООО «Газпром ВНИИГАЗ»

В настоящее время уменьшение длительности заправки и повышение пожаро-безопасности при заполнении криогенных бортовых топливных систем являются актуальными задачами, поскольку при их решении повышается конкурентоспособность СПГ как моторного топлива. В работе проведен анализ влияния на заправку криогенных бортовых топливных систем реальных факторов – вскипания входящего потока жидкости, гидравлического сопротивления подающих коммуникаций, наличия теплого газа в коммуникациях, начальной температуры стенки резервуара. Даны рекомендации по реализации процессов заполнения и ускорению заправки.

Ключевые слова:

сжиженный природный газ, криогенная бортовая топливная система, длительность заправки.

В настоящее время продолжает расширяться использование сжиженного природного газа (СПГ) в качестве газомоторного топлива для транспорта. Одним из важных вопросов эксплуатации криогенных бортовых топливных систем (КБТС) является их заправка (заполнение теплого криогенного бака) и дозаправка (заполнение бака с некоторым количеством жидкости) сжиженным природным газом. Основные системы и способы их заправки (рис. 1) подробно рассмотрены в [1].

На длительность заполнения КБТС, особенно при подаче жидкости сверху, сильно влияет гидравлическое сопротивление дренажных коммуникаций, наличие паровой фазы во входящем потоке и теплого газа в заправочных

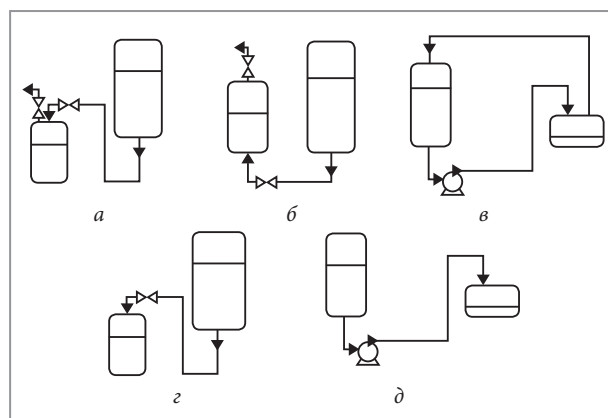


Рис. 1. Технологические схемы заправки криогенных бортовых топливных систем. Двухлинейные схемы с открытым газосбросом: а – заправка «сверху»; б – заправка «снизу»; в – заправка с рециркуляцией пара (с криогенным центробежным насосом); однолинейные схемы с закрытым газосбросом: з – методом передавливания; д – с использованием насоса

коммуникациях, а также начальная температура стенки бака.

Влияние вскипания входящего потока

При заполнении криогенного резервуара сжиженным природным газом часто возникают проблемы из-за вскипания жидкости в трубопроводе. В отличие от жидкого азота или кислорода, которые транспортируются при атмосферном давлении с открытым дренажом, СПГ производится и транспортируется при повышенном давлении. В связи с этим жидкость, поступающая из резервуара с повышенным давлением в бак с атмосферным давлением, является перегретой и в определенный момент достигает состояния насыщения еще в подающем трубопроводе и начинает вскипать. В результате этого в резервуар поступает двухфазный поток. Это приводит к тому, что увеличиваются сопротивления в подающем трубопроводе и дренаже, уменьшается количество жидкости, попадающее в резервуар, и, соответственно, существенно растут время заполнения и потери через дренаж.

Для анализа влияния паросодержания поступающей жидкости на процесс заполнения были рассмотрены процессы заполнения теплого бака сверху и снизу, а также процесс заполнения холодного бака без дренажа при температуре входящего потока 135 К, что соответствует 8 % паросодержания. Моделирование процесса заполнения проводилось на примере криогенного бака производства ЗАО «НПФ ЭКИП» при следующих параметрах: давление в питающем резервуаре 0,7 МПа; давление на выходе из дренажной коммуникации 0,1 МПа; начальное давление в криогенном баке 0,25 МПа; начальная температура стенок при заполнении теплого бака 300 К, холодного – 123,8 К, что является равновесной температурой в баке.

Заполнение теплого бака сверху

Как видно из табл. 1, степень паросодержания на входе сильно отражается на плотности входящего потока, что в свою очередь оказывает влияние на сопротивление подающих коммуникаций, поэтому даже небольшое паросодержание (до 8 %) уже существенно сказывается на процессе заполнения. Так, при увеличении паросодержания с 0 до 8 % время заполнения возросло более чем в 3 раза, а потери увеличились с 3,4 до 16,5 кг, что составляет 23,6 % заправленной в бак массы жидкости. Таким образом, для более быстрого заполнения криогенного резервуара необходимо проводить процесс при температуре, исключающей вскипание жидкости.

Таблица 1

Основные параметры процесса заполнения теплого бака сверху

Параметр	Температура входящего потока T , К		
	115	125	135
Паросодержание x , %	0	1	8
Время заполнения τ , с	190	226	605
Отношение времени заполнения без вскипания и с вскипанием	1	1,19	3,21
Потери газа через дренаж G , кг	3,4	4,5	16,5
Потери газа через дренаж в процентах от общего количества заправленной жидкости, %	4,8	6,4	23,6

Заполнение теплого бака снизу

Так же, как при заполнении сверху, в данном случае наблюдается значительное увеличение времени заполнения почти в 2,5 раза (табл. 2), но этот рост меньше, чем в предыдущем примере. Потери при заполнении снизу меньше, чем при заполнении сверху, то есть при изменении паросодержания от 0 до 8 % они увеличиваются с 2 до 7 кг. Однако следует помнить о том, что при заполнении снизу стенки бака охлаждаются менее интенсивно, и поэтому после



**Основные параметры процесса
заполнения теплого бака снизу**

Таблица 2

Параметр	Температура входящего потока T_1 , К		
	115	125	135
Паросодержание x , %	0	1	8
Время заполнения τ , с	155	189	384
Отношение времени заполнения без вскипания и с вскипанием	1	1,21	2,45
Потери газа через дренаж G , кг	1,98	2,65	7,02
Потери газа через дренаж в процентах от общего количества заправленной жидкости, %	3	4	10,5

закрытия дренажного клапана в процессе эксплуатации возможен рост давления в баке из-за теплового потока от стенок.

Чтобы избежать необходимости сброса большого количества природного газа в атмосферу (что нежелательно как в экономических, так и экологических целях), целесообразно применять бездренажную технологию заполнения с использованием или без использования насоса или компрессора.

Заполнение холодного бака без дренажа

При бездренажной технологии заполнения холодного бака в конце процесса устанавливается более высокое давление, время заполнения увеличивается в 2 раза (табл 3). При более низкой температуре входящего потока можно заполнить

**Основные параметры процесса
заполнения холодного бака без дренажа**

Таблица 3

Параметр	Температура входящего потока T_1 , К		
	115	125	135
Паросодержание x , %	0	1	8
Время заполнения τ , с	129	150	267
Отношение времени заполнения без вскипания и с вскипанием	1	1,16	2,07
Конечное давление в баке, МПа	0,15	0,28	0,49

бак большей массой жидкости ввиду ее более высокой плотности. Стоит отметить существенный плюс такой схемы – отсутствие потерь СПГ.

Вскипание жидкости приводит к существенному увеличению времени заполнения (2,5-3 раза). Поэтому важно обеспечить однофазное состояние входящего в КБТС потока. Следует учитывать вскипание жидкости, чтобы исключить ошибку в оценке времени заполнения резервуара.

Важно отметить, что паросодержание входящей жидкости зависит от разности температуры входящей жидкости и равновесной температуры в резервуаре, которая в свою очередь зависит от давления в резервуаре.

Влияние теплого газа в коммуникациях

На практике процесс заполнения на станции происходит неравномерным образом. В зависимости от потока автотранспорта случаются перерывы в заправках КБТС, в связи с чем в моменты перерывов жидкость в заправочных коммуникациях прогревается и испаряется, и при последующем заполнении бака автотранспортного средства этот газ поступает в емкость. При бездренажной технологии заполнения КБТС этот газ оказывает свое влияние на процесс.

Рассмотрим случай, когда газ в коммуникациях прогрелся до температуры окружающей среды и подается в КБТС при ее заполнении. Положим, что бак находится в холодном состоянии, температура стенок бака и газа равна температуре насыщения при давлении в баке $p=0,1$ МПа.

Процесс заполнения делится на два этапа. На первом этапе теплый газ с температурой окружающей среды ($T_1=300$ К) подается в бак из коммуникаций. Газ нагревает стенки резервуара и пар, находящийся в баке. Когда весь газ в коммуникациях закончится,

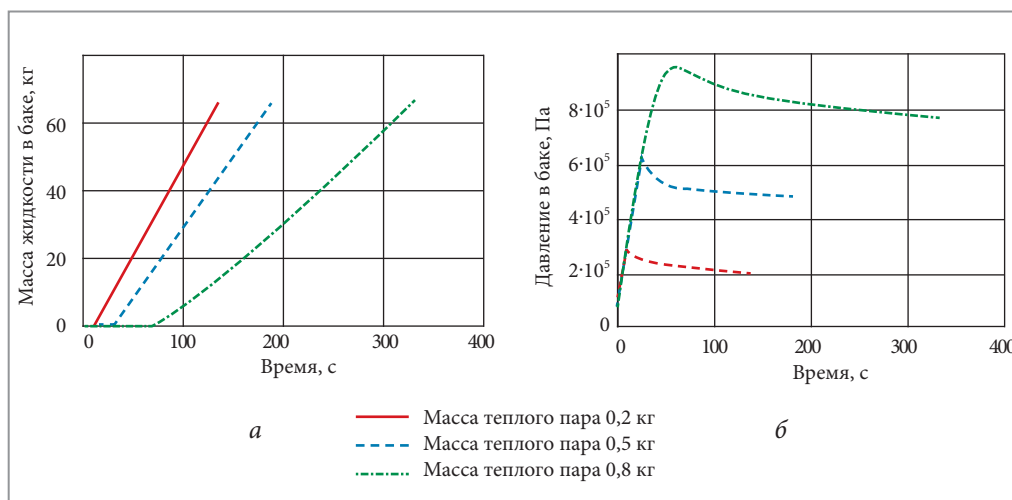


Рис. 2. Изменение массы жидкости (а) и давления (б) в баке в зависимости от времени

в бак начинает поступать жидкость, и наступает второй этап. На этом этапе в прогретый до некоторой температуры бак поступает холодная жидкость, охлаждающая газ в баке, который в свою очередь охлаждает стенки бака. При этом жидкость испаряется не полностью, частично накапливаясь в нижней части бака. Второй этап заканчивается, когда масса жидкости в баке достигнет заданного значения (0,9 от общего объема бака).

При объеме подаваемого на первом этапе пара свыше 0,8 кг, что составляет 0,73 объема бака, заполнение прекращается (рис. 2), так как давление в баке достигает 1 МПа, что соответствует давлению в расходном резервуаре. Начальные условия для всех трех случаев одинаковы: начальное давление в баке $p_v=0,1$ МПа; начальная температура стенок бака $\theta_0=111$ К; температура входящего газа $T_1''=300$ К; температура входящей жидкости $T_1'=115$ К.

Влияние гидравлического сопротивления заправочных и дренажных коммуникаций на длительность заполнения

Очевидно, что гидравлическое сопротивление влияет на процесс заполнения,

однако хотелось бы показать, насколько увеличивается продолжительность заполнения при росте гидравлического сопротивления подающих коммуникаций. За начальное значение взята величина гидравлического сопротивления коммуникаций в эксперименте [2].

Для процесса заполнения сверху теплого бака с открытым дренажом при росте гидравлического сопротивления в 5 раз продолжительность заполнения увеличивается в 2 раза, а возрастание гидравлического сопротивления в 10 раз приводит к увеличению продолжительности заполнения в 2,75 раза.

Для процесса заполнения снизу теплого бака с открытым дренажом при росте гидравлического сопротивления в 5 раз продолжительность заполнения увеличивается в 2,3 раза, а возрастание гидравлического сопротивления в 10 раз приводит к увеличению продолжительности заполнения в 3,2 раза.

Для бездренажной технологии заполнения холодного бака при росте гидравлического сопротивления в 5 раз продолжительность процесса увеличивается в 2,2 раза, а возрастание гидравлического сопротивления в 10 раз приводит к увеличению продолжительности заполнения в 3,15 раза.

Гидравлическое сопротивление коммуникаций незначительно влияет на конечное давление в баке, однако существенно увеличивает продолжительность заполнения.

Влияние начальной температуры стенки бака на технологию бездренажного заполнения

В работах [2, 3] было показано, что бездренажная заправка холодного бака (температура стенки равна температуре жидкости) реализуется без проблем. В то же время бездренажная заправка теплого бака (температура стенки 300 К) может быть осуществлена только в пульсационном режиме с промежуточным сбросом газа из бака. Однако по мере охлаждения стенок бака возможна бездренажная заправка. Естественно, возникает вопрос, при каком значении температуры стенки возможна бездренажная заправка теплого бака? Ответ на этот вопрос крайне важен для практики. Дело в том, что по мере опорожнения бака температура стенок в паровой

области повышается из-за теплопритока, и необходимо определить время работы бака, при котором возможна повторная бездренажная заправка. С использованием модели заправки, рассмотренной в [4], была проведена оценка влияния начальной температуры стенки на процесс теплой бездренажной заправки.

На рис. 3 представлена зависимость максимального давления в баке от температуры стенки для двух случаев поведения входящего потока, рассмотренных в [4]: модель А – входящая жидкость взаимодействует только с паром, который в свою очередь взаимодействует со стенками сосуда; модель В – жидкость вся направляется на стенки сосуда. Температура жидкости на входе составляет 115 К. Также на графике представлено давление за насосом.

Из графика (см. рис. 3) видно, что осуществить заполнение в одну фазу без сброса давления при температуре стенки, равной температуре окружающей среды (300 К), возможно, однако при этом необходимо иметь достаточно высокое давление подачи (3 МПа). Давление в баке в зависимости от характера взаимодействия жидкости, пара и стенок сосуда (модели А и В) составит 1,5...3 МПа. Как правило, давление в баке после заправки составляет 0,6 МПа, а максимальное давление – 1,6 МПа. С учетом этого температура стенки для бездренажной заправки бака за одну фазу должна быть не более 200 К, при давлении подачи около 2 МПа давление в баке после заправки составит около 0,8 МПа. С понижением температуры стенки резервуара уменьшается и требуемое давление подачи. Таким образом, результаты расчетов позволили впервые определить условия бездренажной заправки теплого резервуара в одну фазу (без промежуточного сброса давления).

На основании работы можно сделать следующие выводы:

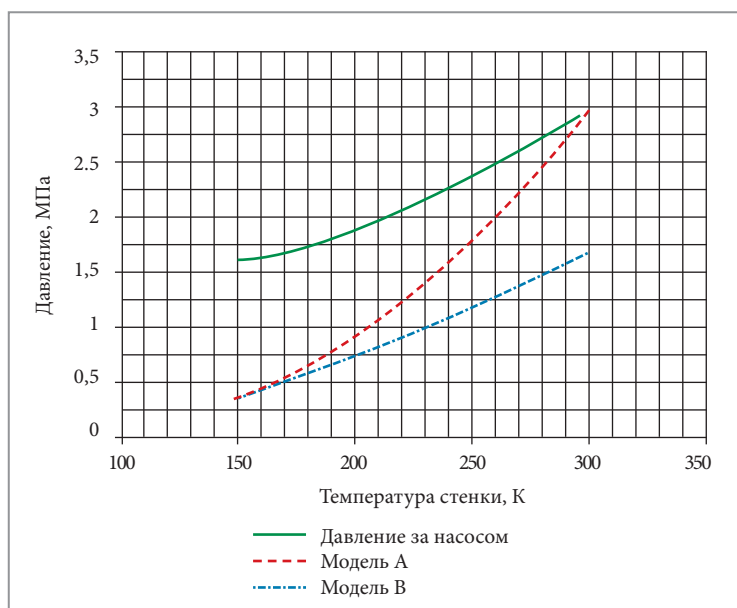


Рис. 3. Зависимость максимального давления в баке от температуры стенки бака при бездренажной технологии заполнения

- вскипание криогенной жидкости в коммуникациях и в сосуде во время заправки может привести к увеличению длительности переходного процесса в несколько раз;
- наличие теплого газа в коммуникации может привести к прекращению процесса заполнения;
- бездренажную заправку теплового бака в одну фазу (без промежуточного сброса давления) можно осуществить при начальной температуре стенок бака около 200 К и давлении подачи около 2 МПа, при этом давление в баке после заправки составит 0,7...0,8 МПа;
- бездренажная заправка теплового бака (температура стенок бака 300 К) может быть реализована только с промежуточным сбросом давления;
- за счет правильной организации процесса заправки КБТС автотранспортных средств сжиженным природным газом его можно выполнять за периоды времени, соизмеримые с продолжительностью заправочных автотранспорта традиционными видами топлива, и обеспечивать безопасность процесса, используя бездренажную технологию.

Литература

1. Горбачев С.П., Кириенко К.И. Современные криогенные бортовые топливные системы для автотранспорта и технологии их заправки // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 6 (36). – С. 41-44.
2. Горбачев С.П., Кириенко К.И. Экспериментальная проверка технологий заправки криогенных бортовых топливных систем // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 3 (33). – С. 37-42.
3. Горбачев С.П., Кириенко К.И. Учет влияния теплообмена на бездренажную заправку // Вестник МЭИ. – 2013. – № 5. – С. 48-53.
4. Горбачев С.П., Кириенко К.И. Исследование процессов бездренажной заправки топливного бака криогенной жидкостью // Технические газы. – 2013. – № 6. – С. 64-70.

Проект «Балтийский СПГ» будет реализован в Усть-Луге

В центральном офисе ОАО «Газпром» председатель правления Алексей Миллер провел совещание по вопросам реализации проекта «Балтийский СПГ». В работе совещания приняли участие заместители председателя правления и члены правления ОАО «Газпром», руководители и сотрудники профильных подразделений компании, а также представители ООО «Газпром экспорт», ООО «Газпром СПГ Санкт-Петербург», ОАО «Гипроспецгаз».

На совещании было принято решение, что завод СПГ в Ленинградской области («Балтийский СПГ») будет построен в районе морского порта Усть-Луга. Мощность завода – 10 млн т СПГ в год с возможностью расширения до 15 млн т в год. Газ на завод будет поступать из Единой системы газоснабжения России. Участники совещания рассмотрели вопрос развития этой системы для транспортировки газа до завода СПГ, а также потребителям Ленинградской области.

«Наша компания занимает лидирующие позиции в глобальном энергетическом бизнесе. Реализация проекта «Балтийский СПГ» даст Газпрому дополнительные конкурентные преимущества, позволит усилить присутствие компании на динамично развивающемся рынке сжиженного природного газа и выйти в новые регионы поставок», – сказал Алексей Миллер.

По итогам совещания были даны поручения, направленные на подготовку проекта «Балтийский СПГ» к переходу в инвестиционную стадию реализации.

Справка

21 июня 2013 г. в рамках Петербургского международного экономического форума председатель правления ОАО «Газпром» Алексей Миллер и губернатор Ленинградской области Александр Дрозденко подписали Меморандум о взаимопонимании и сотрудничестве при реализации проекта строительства завода по производству сжиженного газа в Ленинградской области («Балтийский СПГ»).

Управление информации ОАО «Газпром»

Работа дизеля на дизельном топливе с добавкой этанола

18

В.А. Марков, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, д.т.н.,
В.В. Бирюков, аспирант МГТУ им. Н.Э. Баумана,
С.Н. Девянин, профессор, зав. кафедрой МГАУ им. В.П. Горячкина, д.т.н.

Рассмотрены возможные пути использования этанола в качестве топлива для дизелей. Проведены экспериментальные исследования дизеля Д-245.12С на смеси дизельного топлива и этанола. Показана возможность улучшения показателей токсичности отработавших газов при использовании этой смеси в качестве топлива для автомобильных дизелей.

Ключевые слова:

дизельный двигатель, дизельное топливо, этанол, смесевое биотопливо.

Основными проблемами современного двигателестроения в настоящее время и в ближайшей перспективе являются рост дефицита нефтяных моторных топлив и ужесточение экологических требований к вредным выбросам с отработавшими газами (ОГ). Решение этих проблем достигается за счет применения новых видов топлив. Евросоюзом планируется к 2020 г. перевести около четверти (23 %) всего автомобильного парка Европы на альтернативные топлива. Среди наиболее перспективных рассматриваются различные синтетические топлива, биодизель, биоэтанол, биогаз, водород [1].

Необходимо отметить перспективность использования альтернативных топлив, производимых их сырья, получаемого в сельскохозяйственном секторе [2-4]. В Российской Федерации, обладающей огромной территорией, значительная часть пахотных земель, использовавшихся ранее для сельскохозяйственного производства, в настоящее время не обрабатывается. Существует проблема занятости

населения в сельской местности и низких доходов работников сельскохозяйственной отрасли. Эти факторы создают предпосылки для налаживания широкомасштабного производства биотоплив для транспорта в РФ [5].

Среди топлив растительного происхождения в настоящее время наибольшее распространение получили биодизельное топливо и биоэтанол. Для легковых автомобилей, оснащенных двигателями с принудительным воспламенением, в качестве моторного топлива в ряде стран используется биоэтанол, а для транспортных и стационарных установок с дизельными двигателями – топлива, получаемые из различных растительных масел и животных жиров [1, 2, 4]. По объемам производства биоэтанол занимает первое место в мире, опережая биодизельное топливо [1]. В качестве сырья для получения биоэтанола используются сахарная свекла, сахарный тростник, кукуруза, пшеница, картофель, сладкое сорго, топинамбур и другие сельскохозяйственные культуры (табл. 1) [6, 7].

Таблица 1

Показатели производства этанола из различного сырья

Сырье	Урожайность, т/га	Стоимость, долл./м ³
Сахарная свекла	2,5...3,0	300...400
Сахарный тростник	3,5...5,0	160
Кукуруза	2,5...3,0	250...400
Пшеница	0,5...2,0	380...400
Картофель	1,2...2,7	800...900
Сладкое сорго	3,0...5,0	200...300
Кассава	1,5...6,0	700
Синтетический спирт	–	540
Кукуруза	2,5...3,0	2,5...3,0

Биоэтанол производится с использованием различных технологических процессов. Около 7 % этанола вырабатывается химическим синтезом (преимущественно из природного газа), 93 % – с использованием процесса брожения. При этом 60 % спирта получают из сахара и 40 % из зерна. Современное мировое производство

этанол составляет 32 млн т/год, из них 4 млн т приходится на пищевой этанол, 8 млн т – на этанол для химической промышленности и 20 млн т – на топливный этанол. В то же время мировая потенциальная потребность в этом спирте достигает 2 млрд т/год. Цены на мировом рынке этанола представлены в табл. 2 [6].

Таблица 2

Цены на этанол на мировом рынке

Страна	Цена (евро/м ³)
Бразилия (этанол)	160
Бразилия (безводный спирт)	220
США (безводный спирт)	250
Европа (безводный спирт из сахарной свеклы)	350...450
Бразилия (безводный спирт)	220
Импорт спирта в Европу	190

Топливный этанол используется различным образом: около 26 % его смешивают с бензином, около 3 % применяется в качестве топлива для дизелей [6]. В некоторых странах уже действуют стандарты на биоэтанол. Требования к выпускаемому этанолу в разных странах различаются, но эти отличия незначительны (табл. 3) [8]. Только в США допустимым является содержание этанола 92,1 % в смеси с водой и денатурирующими

веществами. То есть по сути допускается применение азеотропной смеси с регулированием содержания воды при помощи денатурирующих присадок. В других странах этанол для автотранспорта должен быть безводным, то есть абсолютным спиртом.

Этанол (этиловый спирт, метилкарбинол, винный спирт) – одноатомный спирт с формулой C₂H₅OH или CH₃-CH₂-OH (эмпирическая формула

Требования к составу биоэтанола в различных странах

Параметры	Бразилия	Канада	США	Германия	Украина	Польша
Объемная концентрация этанола, %, не менее	99,3	98,7	92,1	99,8	99,3	99,6
Вода, %, не более	–	0,1 % (масс.)	1,0 % (об.)	–	0,02 % (об.)	0,4 % (об.)
Концентрация альдегидов, в расчете на ацетальдегид, г/л безводного этанола, не более	–	–	–	0,004	–	0,20
Объемная концентрация метанола, % об., не более	–	–	0,50	–	–	–
Концентрация кислот в пересчете на уксусную, г/л безводного этанола, не более	0,03	0,03	0,07 (об.)	–	–	0,03
Концентрация эфиров в пересчете на этилацетат, г/л безводного этанола, не более	–	–	–	0,002	–	0,20
Сухой остаток, г/л безводного этанола, не более	–	–	0,05	–	–	0,02
Содержание меди, мг/кг, не более	0,07	0,10	0,10	–	–	0,10
Содержание хлоридов, мг/кг, не более	–	10,0	5,0	–	–	40,0
Денатурирующие вещества, % (об.)	3,0	1 л бензина на 100 л этанола	1,96...4,76	–	–	–

C_2H_6O), второй представитель гомологического ряда одноатомных спиртов (первый – метанол), при стандартных условиях летучая горючая бесцветная прозрачная жидкость. Существует два основных способа получения этанола: микробиологический (спиртовое брожение) и синтетический (гидратация этилена). Спирт, полученный брожением (поступает из брагоректификационной установки), не является безводным, содержание этанола в нем достигает 95,6 %. Смесь 95,57 % этанола и 4,43 % воды является азеотропной, то есть компоненты не разделяются при перегонке.

Для более полного удаления воды прибегают к нагреванию спирта с водоотнимающими веществами – оксидом кальция (негашеная известь CaO) или безводной сернокислой медью (медный

купорос Cu). Нашел применение метод тройных, нераздельно кипящих смесей. К ректификату добавляется бензол C_6H_6 . При перегонке такой смеси сначала отходит пар, содержащий 18,5 % (масс.) этилового спирта, 74 % бензола и 7,5 % воды. С этим паром уходит вся вода, а затем перегоняется абсолютный (безводный) спирт. Абсолютный спирт – это этиловый спирт, практически не содержащий воды. Он кипит при температуре 78,39 °С, в то время как спирт-ректификат, содержащий не менее 4,43 % воды, при 78,15 °С.

В ряде стран (Бразилия, США и др.) биоэтанол уже достаточно широко используется в качестве топлива для двигателей с принудительным воспламенением [6, 9-11]. В частности в двадцати штатах США автомобили

заправляют смесями нефтяных бензинов, содержащих 5,6...10,0 % (об.) этилового спирта [12]. Возможно использование этого вида топлива и в дизельных двигателях [1, 12-15]. Причем в Бразилии, где биотоплива уже сейчас находят широкое практическое применение, дизельное топливо (ДТ), отпускаемое потребителям на автозаправочных станциях, содержит около 3 % безводного этанола. Более того, предпринимаются попытки увеличения этого количества до 9 %.

Подача этанола в дизель возможна несколькими способами (рис. 1) [1]: он может впрыскиваться в чистом виде или в смеси с ДТ непосредственно в цилиндры, подаваться во впускной трубопровод в жидкой фазе или в виде пара. Непосредственное впрыскивание спирта в камеру сгорания (КС) может осуществляться с помощью штатного топливного насоса дизеля. Используется также непосредственная подача спирта в КС в виде эмульсии с ДТ. Эффективными являются системы с разделным впрыскиванием спирта и запальной дозы ДТ в цилиндры дизеля. При организации процесса сгорания этанола в цилиндрах дизеля возникает проблема его воспламенения, поскольку спиртовое топливо имеет низкое цетановое число (около 8). Воспламенение этанола в условиях КС дизеля возможно с помощью дополнительно установленной свечи зажигания или накалывания. Эффективное воспламенение спиртовых топлив в дизелях достигается при подаче в КС запальной дозы ДТ. Кроме представленных на рис. 1 способов использования этанола в дизелях, возможно разложение его с получением синтез-газа (смесь монооксида углерода СО и водорода Н) и последующей его подачей в цилиндры двигателя или использование в качестве энергоносителя для топливных элементов.

Многих из указанных проблем использования этанола как моторного топлива можно избежать при



Рис. 1. Способы подачи и воспламенения этанола в дизельных двигателях

использовании смесей этанола с ДТ. Но следует отметить, что этанол обладает плохой смешиваемостью с нефтяным ДТ, и существует проблема создания стойких смесей этанола с дизельным топливом широкого состава. Основная причина этого – наличие в этаноле, полученном путем брожения биомассы, значительного количества воды, которая очень плохо смешивается с нефтепродуктами. Как указано выше (см. табл. 3), в топливном этаноле, выпускаемом в США, допустимым является содержание 7,9 % (об.) воды и денатурирующих веществ. Смешивание такого этанола с нефтяным ДТ возможно только путем создания этанолотопливных эмульсий с добавлением эмульгаторов. В частности, фирмой Cummins (США) проведены исследования шестицилиндрового четырехтактного дизеля сельскохозяйственного назначения, работающего на смеси нефтяного ДТ (88,7 %), этанола (10 %), эмульгаторов (1,3 %) и присадок (0,001 %), повышающих цетановое число смеси [16]. Дизель

Cummins C8.3 размерности $S/D=13,5/11,4$ с рабочим объемом $iV_{и}=8,27$ л и турбонаддувом имел мощность $N_e=224$ кВт при $n=2200$ мин⁻¹. Испытания дизеля подтвердили улучшение экологических показателей двигателя при работе на указанном смесевом топливе. Аналогичные исследования дизелей, работающих на этанолотопливных эмульсиях, проведены за рубежом и в России [1, 17, 18].

Вместе с тем абсолютный спирт, практически не содержащий воды, хорошо смешивается с нефтяным ДТ. При этом образуются стойкие смеси, что подтвердили исследования авторов статьи. Использован абсолютный спирт, произведенный ФГУП «Алексинский химический комбинат» (г. Алексин Тульской обл.) с соответствии с ТУ 2421-064-07506004–2003 [19]. Этот спирт смешивался с нефтяным ДТ. Исследовались нефтяное дизельное топливо марки «Л» по ГОСТ 305–82 и смесевое биотопливо, содержащее 96 % ДТ и 4 % этанола (табл. 4).

По данным табл. 4 следует, что физико-химические свойства этанола существенно отличаются от аналогичных свойств нефтяного ДТ. По сравнению с ним этанол имеет меньшие плотность и вязкость. В частности, плотность дизельного топлива марки «Л» по ГОСТ 305–82 при температуре $t=20$ °С равна $\rho=830$ кг/м³, а его вязкость $\nu=3,8$ мм²/с. В этих условиях этанол имеет следующие показатели: $\rho=789,3$ кг/м³, $\nu=1,0$ мм²/с. Коэффициент поверхностного натяжения σ этих топлив при 20 °С равен соответственно 27,1 и 22,4 мН/м. Этанол имеет заметно меньшую теплотворную способность по сравнению с ДТ: низшая теплота сгорания H_U этих топлив равна соответственно 42500 и 26800 кДж/кг, что связано с наличием в молекулах этанола значительного количества атомов кислорода (34,7 % по массе). Следует отметить и худшую самовоспламеняемость этанола в условиях КС дизеля (цетановое число ДТ

Таблица 4

Физико-химические свойства исследуемых топлив

Физико-химические свойства	Топлива		
	Дизельное топливо	Этанол	Смесь 96 % ДТ и 4 % этанола
Плотность при 20 °С, кг/м ³	830,0	789,3	828,4
Вязкость кинематическая при 20 °С, мм ² /с	3,8	1,0	3,5
Коэффициент поверхностного натяжения при 20 °С, мН/м	27,1	22,4	–
Теплота сгорания низшая, кДж/кг	42 500	26 800	41 800
Теплота испарения, кДж/кг	1 115	870	–
Цетановое число	45	8	–
Температура самовоспламенения, °С	250	363	–
Температура застывания, °С	–35	–114,3	–
Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг топлива, кг	14,31	9,01	14,09
Содержание, % по массе			
С	87,0	52,2	85,6
Н	12,6	13,1	12,6
О	0,4	34,7	1,8
Общее содержание серы, % по массе	0,200	–	0,192

Примечание: «–» – свойства не определялись; для смеси ДТ и этанола указано объемное процентное содержание компонентов.

Таблица 5
Некоторые параметры дизеля типа Д-245.12С (4 ЧН 11/12,5)

Параметры	Значение
Тип двигателя	Четырехтактный, рядный, дизельный
Число цилиндров	4
Диаметр цилиндра D , мм	110
Ход поршня S , мм	125
Общий рабочий объем iV_h , л	4,32
Степень сжатия ϵ	16,0
Система турбонаддува	Турбокомпрессор ТКР-6 Борисовского завода автоагрегатов
Тип камеры сгорания, способ смесеобразования	Камера сгорания типа ЦНИДИ, объемно-пленочное смесеобразование
Номинальная частота вращения n , мин ⁻¹	2 400
Номинальная мощность N_e , кВт	80
Механизм газораспределения	Клапанного типа с верхним расположением клапанов
Система охлаждения	Водяная, принудительная
Система смазки	Принудительная, с разбрызгиванием
Фильтр масляный	Сетчатый
Насос масляный	Шестеренчатый
Система питания	Разделенного типа
Топливный насос высокого давления (ТНВД)	Рядный типа PP4M10U1f фирмы Motorpal с всережимным центробежным регулятором
Диаметр плунжеров ТНВД $d_{пл}$, мм	10
Ход плунжеров ТНВД $h_{пл}$, мм	10
Длина нагнетательных топливопроводов L_r , мм	540
Форсунки	Типа ФДМ-22 производства ОАО «Куроаппаратура» (г. Вильнюс)
Распылители форсунок	Фирмы Motorpal типа DOP 119S534 с пятью сопловыми отверстиями диаметром $d_p=0,34$ мм и проходным сечением $\mu_{p,p}=0,250$ мм ²
Давление начала впрыскивания форсунок $p_{ф0}$, МПа	21,5

равно 45, а у этанола 8), их температуры самовоспламенения составляют соответственно 250 и 363 °С.

Для подтверждения возможности использования полученной смеси в качестве моторного топлива проведены экспериментальные исследования дизеля типа Д-245.12С (4 ЧН 11/12,5) (табл. 5) Минского моторного завода, устанавливаемого на малотоннажные грузовые автомобили ЗиЛ-5301 «Бычок».

Дизель исследован на моторном стенде АМО «ЗиЛ» на режимах внешней

скоростной характеристики и 13-ступенчатого испытательного цикла Правил 49 ЕЭК ООН с установочным УОВТ $\theta=13^\circ$ поворота коленчатого вала до ВМТ и неизменным положением упора дозирующей рейки (упор максимальной подачи топлива). Моторный стенд был оборудован комплектом необходимой измерительной аппаратуры. Дымность ОГ измерялась с помощью ручного дымомера МК-3 фирмы Hartridge (Великобритания) с погрешностью измерения ± 1 %. Концентрации NO_x , CO , CH в ОГ

определялись газоанализатором SAE-7532 японской фирмы Yanaco с погрешностями измерения указанных компонентов $\pm 1\%$.

Исследовались дизельное топливо марки «Л» по ГОСТ 305–82 и его смесь с абсолютным этанолом, содержащая 96 % ДТ и 4 % этанола (см. табл. 4). На первом этапе экспериментальных исследований проведены испытания дизеля типа Д-245.12С на чистом дизельном топливе и на указанной смеси на режимах внешней скоростной характеристики (рис. 2). Исследуемая смесь имела физические свойства, приближающиеся к свойствам ДТ. Но ее плотность и вязкость оказались все-таки несколько меньше аналогичных свойств ДТ (см. табл. 4). Поэтому при переходе от ДТ к смеси 96 % ДТ и 4 % этанола отмечены небольшое уменьшение часового расхода топлива G_T и некоторый рост коэффициента избытка воздуха α (см. рис. 2), вызванный также наличием атомов кислорода в молекулах этанола. Следствием снижения расхода топлива и меньшей теплотворной способности (низшая теплота сгорания) исследуемой смеси явилось заметное уменьшение крутящего момента двигателя M_e и его эффективной мощности N_e (см. рис. 2 и табл. 6). В результате снижения теплотворной способности смесового биотоплива на всех исследованных режимах внешней скоростной характеристики при использовании смеси 96 % ДТ и 4 % этанола удельный эффективный расход топлива g_e оказался несколько выше, чем при работе на ДТ. В частности, при переходе с ДТ на смесовое биотопливо на режиме максимальной мощности с частотой вращения коленчатого вала $n=2400 \text{ мин}^{-1}$ удельный эффективный расход топлива g_e увеличился от 248,4 до 250,0 г/(кВт·ч), а на режиме максимального крутящего момента при $n=1500 \text{ мин}^{-1}$ – от 226,2 до 229,0 г/(кВт·ч). Но при этом эффективный КПД дизеля η_e на этих режимах повысился на 0,5...0,8 % (см. табл. 6).

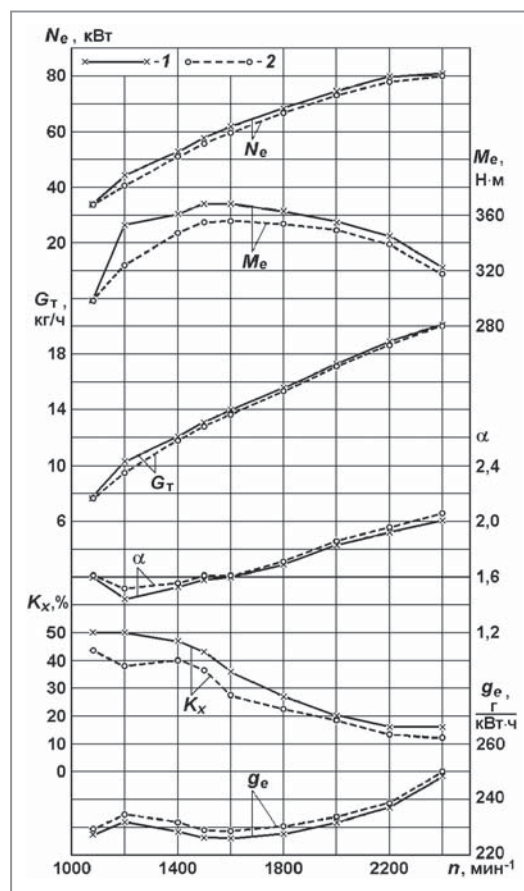


Рис. 2. Зависимость эффективной мощности N_e , крутящего момента M_e , часового расхода топлива G_T , коэффициента избытка воздуха α , дымности ОГ K_x и удельного эффективного расхода топлива g_e от частоты вращения n коленчатого вала дизеля типа Д-245.12С на режимах внешней скоростной характеристики при использовании различных топлив: 1 – ДТ; 2 – смесь 96 % ДТ и 4 % этанола

Вместе с тем наличие в молекулах этанола атомов кислорода привело к заметному уменьшению дымности ОГ при работе исследуемого дизеля на смесовом биотопливе. Так, на режиме максимальной мощности при $n=2400 \text{ мин}^{-1}$ переход с ДТ на смесь 96 % ДТ и 4 % этанола сопровождался снижением дымности ОГ K_x от 16,0 до 12,0 % по шкале Хартриджа, а на режиме максимального крутящего момента при $n=1500 \text{ мин}^{-1}$ – от 43,0 до 36,5 % по той же шкале.

Таблица 6

Показатели дизеля типа Д-245.12С, работающего на различных топливах

Показатели дизеля	Вид топлива	
	ДТ	96 % ДТ и 4 % этанола
Часовой расход топлива, кг/ч		
на режиме максимальной мощности	20,10	20,00
на режиме максимального крутящего момента	13,10	12,76
Крутящий момент дизеля, Н·м		
на режиме максимальной мощности	322	318
на режиме максимального крутящего момента	368	355
Удельный эффективный расход топлива, г/(кВт·ч)		
на режиме максимальной мощности	248,4	250,0
на режиме максимального крутящего момента	226,2	229,0
Эффективный КПД дизеля		
на режиме максимальной мощности	0,341	0,344
на режиме максимального крутящего момента	0,374	0,376
Дымность ОГ, %		
на режиме максимальной мощности	16,0	12,0
на режиме максимального крутящего момента	43,0	36,5
Интегральные на режимах 13-ступенчатого цикла		
эффективный расход топлива, г/(кВт·ч)	247,97	254,73
эффективный КПД	0,341	0,338
Интегральные на режимах 13-ступенчатого цикла		
удельные массовые выбросы, г/(кВт·ч)		
NO _x	7,018	5,798
CO	1,723	1,879
CH	0,788	0,856

Результаты экспериментальных исследований Д-245.12С на режимах 13-ступенчатого испытательного цикла Правил 49 ЕЭК ООН представлены на рис. 3. Как отмечено выше, использование рассматриваемого смесового биотоплива привело к некоторому снижению часового расхода топлива G_t на исследованных режимах внешней скоростной характеристики (см. рис. 2). Однако на режимах с неполной нагрузкой, напротив, отмечен небольшой рост расхода смеси 96 % ДТ и 4 % этанола (см. рис. 3).

При использовании смесового биотоплива отмечено значительное снижение концентрации в ОГ оксидов азота C_{NO_x} (см. рис. 3б). Так, перевод дизеля с ДТ на смесь 96 % ДТ и 4 % этанола на режиме холостого хода при $n=900$ мин⁻¹ сопровождался уменьшением концентрации

C_{NO_x} от 0,0100 до 0,0080 % (от 100 до 80 ppm), на режиме максимального крутящего момента при $n=1500$ мин⁻¹ – от 0,0700 до 0,0575 %, на режиме максимальной мощности при $n=2400$ мин⁻¹ – от 0,0605 до 0,0515 %.

При использовании смесового биотоплива отмечена тенденция увеличения содержания в ОГ монооксида углерода C_{CO} (см. рис. 3в). Перевод дизеля с ДТ на смесь 96 % ДТ и 4 % этанола на режиме холостого хода при $n=900$ мин⁻¹ сопровождался увеличением концентрации C_{CO} от 0,0240 до 0,0300 % (от 240 до 300 ppm), на режиме максимального крутящего момента при $n=1500$ мин⁻¹ значение C_{CO} не изменилось и составило 0,0330 %, а на режиме максимальной мощности при $n=2400$ мин⁻¹ концентрация C_{CO} возросла от 0,0102 до 0,0108 %. Но в целом следует отметить сравнительно

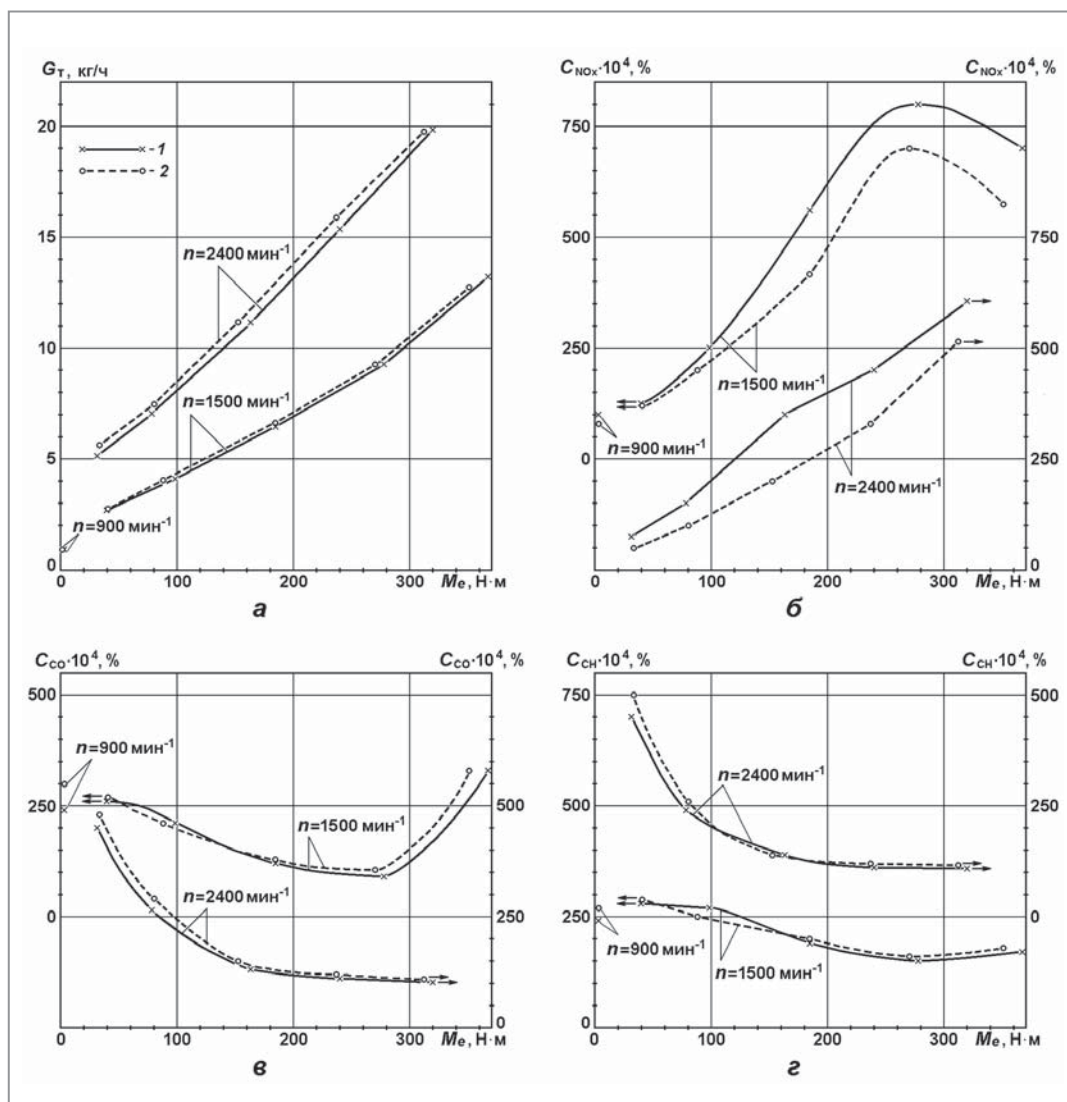


Рис. 3. Зависимость часового расхода топлива G_t (а), объемной концентрации в ОГ оксидов азота C_{NO_x} (б), монооксида углерода C_{CO} (в), легких несгоревших углеводородов C_{CH} (г) от частоты вращения n и крутящего момента M_e дизеля типа Д-245.12С при использовании различных топлив: 1 – ДТ; 2 – смесь 96 % ДТ и 4 % этанола

слабое влияние добавки этанола в нефтяное ДТ на выброс этого токсичного компонента с ОГ исследуемого дизеля.

Вид топлива оказывает сравнительно слабое влияние и на концентрацию в ОГ легких несгоревших углеводородов C_{CH} (см. рис. 3г). При переводе дизеля с ДТ на смесь 96 % ДТ и 4 % этанола на режиме холостого хода при $n=900 \text{ мин}^{-1}$ отмечен небольшой рост значения C_{CH} от 0,0240 до 0,0270 % (от 240 до 270 ppm),

на режиме максимального крутящего момента при $n=1500 \text{ мин}^{-1}$ концентрация C_{CH} увеличилась от 0,0170 до 0,0180 %, а на режиме максимальной мощности при $n=2400 \text{ мин}^{-1}$ – от 0,0108 до 0,0115 %.

По приведенным на рис. 3 характеристикам содержания в ОГ нормируемых токсичных компонентов (оксидов азота NO_x , монооксида углерода CO , несгоревших углеводородов CH) с использованием общепринятых методик рассчитаны

их интегральные удельные массовые выбросы на режимах 13-ступенчатого цикла (соответственно e_{NO_x} , e_{CO} , e_{CH}). Оценка эксплуатационного расхода топлива на режимах 13-ступенчатого цикла проведена по среднему (условный) удельному эффективному расходу топлива, который определялся с использованием зависимости [4]

$$g_{e_{\text{усл}}} = \frac{\sum_{i=1}^{13} G_{\text{тi}} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{ei} K_i},$$

где $G_{\text{тi}}$ и N_{ei} – часовой расход топлива и эффективная мощность двигателя на i -м режиме; K_i – доля времени этого режима в 13-ступенчатом цикле.

Поскольку смесевые биотоплива имеют меньшую теплотворную способность, оценивать топливную экономичность дизеля при его работе на этих топливах целесообразно не удельным эффективным расходом топлива g_e , а эффективным КПД дизеля η_e . Причем, для интегральной оценки работы дизеля на режимах 13-ступенчатого цикла использован условный эффективный КПД, определяемый из соотношения

$$\eta_{e_{\text{усл}}} = \frac{3600}{H_U g_{e_{\text{усл}}}},$$

где H_U – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг.

Результаты расчетов указанных параметров представлены в табл. 6. Приведенные в табл. 6 данные подтверждают возможность улучшения экологических показателей дизеля Д-245.12С при его переводе с ДТ на смесь 96 % ДТ и 4 % этанола. Так, при подаче в КС дизеля исследуемого смесевого биотоплива на режимах максимальной мощности и максимального крутящего момента дымность ОГ снизилась на 15...25 % по сравнению с использованием стандартного ДТ. Удельный массовый выброс наиболее значимого токсичного компонента ОГ – оксидов азота e_{NO_x} – на режимах 13-ступенчатого цикла снизился с 7,018 до 5,798 г/(кВт·ч), то есть на 17,4 %. Удельный массовый выброс монооксида углерода e_{CO} возрос с 1,723 до 1,879 г/(кВт·ч), или на 9,0 %. Удельный массовый выброс несгоревших углеводородов e_{CH} увеличился с 0,788 до 0,856 г/(кВт·ч), или на 8,6 %.

Но следует отметить, что выбросы СО и СН эффективно снижаются установкой в выпускной системе двигателя каталитических нейтрализаторов. Условный эффективный КПД дизеля $\eta_{e_{\text{усл}}}$ снизился незначительно (с 0,341 до 0,338, то есть на 0,8 %), однако это снижение соизмеримо с точностью его определения. В целом проведенные исследования подтвердили возможность эффективного использования абсолютного этанола как экологической добавки к нефтяному дизельному топливу.

Литература

1. Альтернативные топлива для двигателей внутреннего сгорания / А.А. Александров, И.А. Архаров, В.А. Марков и др. Под ред. А.А. Александрова, В.А. Маркова. – М.: ООО НИЦ «Инженер», ООО «Онико-М», 2012. – 791 с.
2. Биоэнергетика: Мировой опыт и прогнозы развития / Л.С. Орсики, Н.Т. Сорочкин, В.Ф. Федоренко и др. Под ред. В.Ф. Федоренко. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 404 с.
3. Лютко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. – М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. – 311 с.

4. Использование растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях / В.А. Марков, С.Н. Девянин, В.Г. Семенов и др. – М.: ООО НИЦ «Инженер», 2011. – 536 с.

5. **Марков В.А., Крылов В.И., Багров В.В.** Использование моторных топлив растительного происхождения как фактор энергетической, экологической и продовольственной безопасности России // Вестник академии военных наук. – 2013. – № 1. – С. 154-161.

6. **Гусаков С.В.** Перспективы применения в дизелях альтернативных топлив из возобновляемых источников. – М.: РУДН, 2008. – 318 с.

7. **Raynolds M.A., Checkel M.D., Fraser R.A.** A Case Study for Life Cycle Assessment (LCA) as an Energy Decision Making Tool: The Production on Fuel Ethanol from Various Feedstocks // SAE Technical Paper Series. – 1998. – № 982205. – P. 1-17.

8. **Александров А.А., Архаров И.А.** Моторные топлива. Современные аспекты безопасного хранения и реализации в городах-мегаполисах. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 352 с.

9. **Feijo E.A.V., Fujisawa R.** Emission Control Evolution of the 2.0 L Gasohol / Ethanol Engines in Brasil // SAE Technical Paper Series. – 1992. – № 921493. – P. 1-17.

10. **Kremer F.G., Fachetti A.** Alcohol as Automotive Fuel - Brazilian Experience // SAE Technical Paper Series. – 2000. – № 2000-01-1965. – P. 1-4.

11. **Quissek F., Barbera E., Hulak K.** Development and Optimization of Alcohol Fueled SI-Engines for Passenger Cars for the Brazilian Market // SAE Technical Paper Series. – 1991. – № 911730. – P. 231-237.

12. Этиловый спирт в моторном топливе / В.П. Баранник и др. – М.: ООО «РАУ-Университет», 2005. – 184 с.

13. **Ahmed I.** Oxygenated Fuel: Emissions and Performance Characteristics of Ethanol-Diesel Blends in CI Engines // SAE Technical Paper Series. – 2001. – № 2001-01-2475. – P. 1-6.

14. **Corkwell K.C., Jackson M.M.** Lubricity and Injector Pump Wear Issues with E diesel Fuel Blends // SAE Technical Paper Series. – 2002. – № 2002-01-2849. – P. 1-8.

15. **Schroeder A.R., Savage L.D., White R.A. et al.** The Effect of Diesel Injection Timing on a Turbocharged Diesel Engine Fumigated with Ethanol // SAE Technical Paper Series. – 1988. – № 880496. – P. 1-11.

16. **Mendoza M.C., Woon P.V.** E-diesel Effects on Engine Component Temperature and Heat Balance in a Cummins C8.3 Engine // SAE Technical Paper Series. – 2002. – № 2002-01-2847. – P. 1-7.

17. **Вальехо Мальдонадо П.Р., Девянин С.Н., Марков В.А., Пономарев Е.Г.** Экспериментальная установка и результаты выполненных на ней сравнительных испытаний альтернативных топлив для дизелей // Автомобильная промышленность. – 2013. – № 7. – С. 31-34.

18. **Вальехо Мальдонадо П.Р., Девянин С.Н., Марков В.А.** Результаты сравнительных испытаний альтернативных топлив для дизелей // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия «Процессы преобразования энергии и энергетические установки». Выпуск 5. – 2013. – № 12. – С. 5-9.

19. ТУ 2421-064-07506004-2003. Спирт этиловый синтетический абсолютированный очищенный.

Показатели эффективности применения в дизеле спиртового топлива

Н.Н. Патрахальцев, профессор Российского университета дружбы народов (РУДН), д.т.н.

Перечислены способы организации рабочих процессов дизелей, использующих смесевые спиртодизельные топлива. Приведены показатели оценки эффективности применения спирта в дизеле с позиции повышения экономичности работы двигателя.

Ключевые слова:

дизель, альтернативное топливо, спиртовое топливо, смесевые топлива, экономичность, эффективность.

Одними из перспективных альтернативных топлив для дизелей считаются спиртовые топлива, прежде всего метанол и этанол. Проблема полного или частичного замещения традиционных топлив спиртом возникает в связи с предполагаемым истощением ресурсов нефти, ростом требований к показателям экологичности (особенно дымности ОГ) дизелей, совершенствованием их экономических показателей и протекания рабочих процессов в двигателе внутреннего сгорания (ДВС) [1].

Применение спиртов в дизелях при необходимых изменениях конструкции или только регулировок возможно в чистом виде, с соответствующими присадками, в виде заранее подготовленных эмульсий спирта с дизельным топливом (ДТ), а также эмульсий, создаваемых во время впрыскивания. Возможна также раздельная подача спирта и ДТ двумя насосами и двумя форсунками на каждый цилиндр, одним насосом с распределителем и двумя форсунками [2]. При этом рабочий процесс может быть организован по принципу смешанного смесеобразования, когда спирт подается на впуске путем карбюрации или впрыскивания, а ДТ, как запальное топливо, впрыскивается внутрь цилиндра вблизи ВМТ. Процесс может быть организован и по принципу внутреннего смесеобразования, то есть в цилиндры впрыскивается чистый спирт либо его смеси или эмульсии с ДТ, а также раздельно спирт и ДТ. По аналогии с газодизелем назовем такой двигатель «спиртодизелем». (Определение «дизель, работающий на этаноле» может подразумевать многотопливный дизель с высокой степенью сжатия, работающий на чистом спирте без добавок ДТ).

В некоторых случаях спиртодизели могут оснащаться дополнительными свечами накаливания, электрическими свечами и т.д. для повышения надежности самовоспламенения горячей смеси. Даже в самых простых случаях конвертирования существующего дизеля в спиртодизель требуются соответствующие

регулировки углов опережения впрыскивания топлив (УОВТ), цикловых подач топлив, взаимного расположения факелов топлив и т.д. Эффективность применения тех или иных регулировок, очевидно, требует оценки по соответствующим показателям качества организации рабочего процесса.

Иногда предлагаемые показатели вызывают сомнение или даже возражения. Так, в работе [3] приведены результаты экспериментального определения оптимальных углов опережения впрыскивания дизельного и спиртового топлив в дизель типа 2 Ч 10,5/12, оснащенный двойной системой топливоподачи. Одна система предназначена для впрыскивания постоянной дозы дизельного топлива, как запального, а другая – для впрыскивания спирта с возможностью регулирования подач.

Авторы вводят понятие «удельного эффективного расхода дизельного топлива» спиртодизеля с двойной системой топливоподачи. Например, при работе спиртодизеля на режиме со средним эффективным давлением $p_e=0,588$ МПа при частоте вращения $n=1800$ мин⁻¹, когда запальная цикловая подача ДТ $q_{дДТ}$ равна 6,9 мг/цикл, «удельный эффективный расход ДТ составляет $g_{еДТ}=40$ г/(кВт·ч)». Однако удельный эффективный расход топлива неотделимо связан с эффективным КПД двигателя, как величиной обратной ему. Тогда, если принять, что низшая теплота сгорания ДТ $H_{нДТ}=42,5$ МДж/кг, то получаем, что эффективный КПД $\eta_{еДТ}$ такого двигателя составит 212 %. Действительно

$$\eta_{еДТ}=(3600/(H_{нДТ} g_{еДТ})) 100 = (3600/(42,5 \cdot 40)) \cdot 100=212 \%,$$

чего быть не может, так как это противоречит фундаментальным законам физики.

При указанной запальной цикловой подаче ДТ часовой его расход $G_{дДТ}$ составляет 0,746 кг/ч. При данной мощности $N_e=18,3$ кВт авторы определяют $g_{еДТ}$ делением этих показателей, не учитывая, что львиную долю развиваемой дизелем мощности дает сжигаемый спирт.

Далее авторы указывают, что «в суммарный удельный эффективный расход топлива $g_{е\Sigma}$ входят удельный эффективный расход ДТ и удельный эффективный расход этанола». И сообщают, что при оптимальном угле опережения впрыскивания суммарный удельный эффективный расход топлива $g_{е\Sigma}$ составляет 402 г/(кВт·ч). Следовательно, по теории авторов, удельный эффективный расход этанола $g_{еэ}$ составляет $402-40=362$ г/(кВт·ч). И принимая $H_{нэ}=26,8$ МДж/кг, получаем

$$\eta_{еэ}=(3600/(H_{нэ} g_{еэ})) 100 = (3600/(26,8 \cdot 362)) 100=37 \%.$$

Поскольку здесь также не учтено влияние другого сжигаемого топлива – дизельного, то и в этом случае следует определить действительный эффективный КПД спиртодизеля на данном режиме.

Здесь необходимо отметить следующее. Для определения и сравнения показателей удельных эффективных расходов топлив двухтопливных, многотопливных двигателей и двигателей, работающих на смесевых топливах [4, 5], принято либо приводить теплоту сгорания топлив к одному топливу (в данном случае дизельному), либо выражать показатели экономичности через удельные эффективные расходы теплоты, вводимой в цилиндры с подачами разных топлив, либо использовать показатели эффективного КПД, который учитывает теплотехнические характеристики топлив.

Уже давно топлива, состоящие из смеси разных топлив, принято называть смесевыми или композитными [5]. И это фактически относится как к применению заранее подготовленных смесей топлив, так и к случаям отдельного ввода разных топлив в цилиндр двигателя.

Итак, определим действительный эффективный КПД $\eta_{e\text{ см}}$ рассматриваемого в работе [3] двигателя, работающего на смесевом спиртодизельном топливе. Часовой расход этанола в данном режиме, учитывая логику авторов, составляет

$$G_3 = g_{e_3} N_e = 0,362 \cdot 18,3 = 6,62 \text{ кг/ч.}$$

Теплота сгорания использованного смесевого спиртодизельного топлива $H_{н\text{ см}}$ определяется соотношением

$$H_{н\text{ см}} = 0,1 \cdot 42,5 + 0,9 \cdot 26,8 = 28,37 \text{ МДж/кг,}$$

где 0,1 и 0,9 – массовые доли соответственно ДТ и этанола в смесевом топливе.

В результате получаем

$$\eta_{e\text{ см}} = (3600 / (H_{н\text{ см}} g_{e\text{ см}})) 100 = (3600 / (28,37 \cdot 403)) 100 = 31,5 \text{ \%}.$$

$$\text{Здесь } g_{e\text{ см}} = ((G_{\text{ДТ}} + G_3) / N_e) 10^3 = ((0,746 + 6,62) / 18,3) 10^3 \approx 403 \text{ г/(кВт}\cdot\text{ч)}.$$

Таким образом, реальный эффективный КПД существенно отличается от полученного расчетом даже по данным расхода этанола. Казалось бы, можно пренебречь отличием суммарного удельного эффективного расхода, показанного авторами (402 г/(кВт·ч)), от полученного данным расчетом (403 г/(кВт·ч)). Однако следует учитывать, что доля ДТ в смесевом топливе мала и составляет около 0,1. Очевидно, что если снизить нагрузку на двигатель при сохранении запальной порции, то есть уменьшением расхода этанола повысить долю ДТ в смесевом топливе, то указанные различия возрастут.

Кроме того, следует учесть, что запальная порция ДТ, как правило, устанавливается не ниже 0,2 от полной, если для подач ДТ применяется штатная топливная аппаратура, то есть не изменяются ее расходные характеристики. Это связано с двумя причинами.

Во-первых, при работе спиртодизеля длительное время на полных нагрузках для поддержания теплового состояния распылителя форсунки на допустимом уровне не удастся уменьшать цикловую подачу запального топлива, которым распылитель охлаждается, ниже этого уровня (20 % от номинального). Во-вторых, штатная топливная аппаратура (то есть способная обеспечить номинальную нагрузку дизеля при работе только на дизельном топливе) при цикловых подачах ниже 20 %, как правило, не обеспечивает допустимых уровней неравномерности подач по цилиндрам и нестабильности по циклам, что соответственно нарушает работу двигателя, приводя как минимум к росту удельного эффективного расхода смесевого топлива. С увеличением доли ДТ возрастает и отличие в приведенных выше сравниваемых показателях удельных эффективных расходов смесевого топлива.

Для оптимизации углов опережения впрыскивания топлив на заданном скоростном и нагрузочном режимах достаточно было снимать регулировочные характеристики по УОВТ, то есть зависимости часового расхода этанола от угла опережения, так как запальная порция ДТ поддерживалась всегда постоянной. Изменения скоростного или нагрузочного режимов работы двигателя эти условия нарушают, а значит даже такой подход теряет свою абсолютную применимость.

Дополнительно к изложенному можно привести следующие соображения. В рассмотренном авторском варианте спиртодизель работал на смесевом топливе ДТ:Э=0,1:0,9 (10 % ДТ и 90 % этанола). Пусть тот же спиртодизель на том же режиме работает на смесевом топливе, состоящем из 20 % ДТ и 80 % этанола. При этом допустим, что его эффективный КПД остается равным КПД спиртодизеля исходного варианта, то есть $\eta_{e\text{см}}=31,5\%$, или 0,315.

Используя очевидные расчеты и применяя определения авторов, во втором случае мы получаем уменьшение удельного эффективного суммарного расхода топлива $g_{e\text{см}}$ на 4 г/(кВт·ч). То есть якобы получено повышение экономичности, что противоречит исходному положению о равенстве эффективных КПД. И связано это с тем, что авторы не учитывают теплоту сгорания применяемых топлив.

Таким образом, использование предложенных авторами показателей удельного эффективного расхода дизельного топлива спиртодизелем, удельного эффективного расхода этанола при работе спиртодизеля, а также суммарного удельного эффективного расхода как суммы этих удельных расходов является ошибочным, противоречащим физическим законам, а потому не может применяться для аналогичных исследований.

Традиционными показателями эффективности работы двигателей на разных топливах вне зависимости от способа организации рабочего процесса остаются показатели либо эффективного КПД, либо удельного эффективного расхода теплоты, либо удельного эффективного расхода смесового топлива. Если же говорить об экономичности использования, скажем, спирта в конкретном процессе, то следует все интересующие исследователя показатели дать в рублевом исчислении, а уж затем оптимизировать процесс по экономической эффективности. Но это уже отдельная самостоятельная задача.

Литература

1. **Марков В.А., Патрахальцев Н.Н.** Спиртовые топлива для дизельных двигателей // Транспорт на альтернативном топливе. – 2010. – № 1 (13). – С. 22 – 26.
2. **Патрахальцев Н.Н.** Повышение экономических и экологических качеств двигателей внутреннего сгорания на основе применения альтернативных топлив: Учеб. пособие. – М.: Изд-во РУДН, 2008. – 267 с.: ил. – С. 63-69, 83-92.
3. **Лиханов В.А., Полевщиков А.С.** Определение оптимальных углов опережения впрыскивания топлив при работе дизеля на этаноле // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 5 (41). – С. 62-64.
4. **Патрахальцев Н.Н., Савастенко А.А.** Применение в дизелях нетрадиционных топлив как добавок к основному. – М.: Изд-во «Легион-Автодата». – 2014. – 162 с.: ил.
5. **Шкаликова В.П., Патрахальцев Н.Н.** Применение нетрадиционных топлив в дизелях. – М.: Изд-во УДН, 1963. – 64 с.

Энергосервисный договор – новый стимул для перехода на газ

М.В. Коротков, начальник отдела розничной реализации компримированного и сжиженного природного газа ОАО «Газпром газэнергосеть», к.т.н.,
И.В. Тюняев, главный инженер ЗАО «АК № 1825»

В статье рассматриваются возможные инструменты увеличения использования газа в России в качестве газомоторного топлива, предложенные Группой компаний «Газпром газэнергосеть». Речь идет о применении действующего законодательства при переводе на газ автомобильных парков транспортных предприятий через энергосервисный договор. На примере проекта по переводу на двухтопливный режим работы транспортных средств на автотранспортном предприятии в Оренбургской области авторами показывается эффективность данного подхода, приводятся расчетные величины экономии и окупаемости проекта.

Ключевые слова:

газомоторное топливо, экономическая эффективность, развитие рынка ГМТ.

Группа компаний «Газпром газэнергосеть» апробирует новый инструмент, который делает газовое топливо доступным для большинства автопарков страны. Рынку газомоторного топлива предложено использовать энергосервисный договор для установки газобаллонного оборудования (ГБО), что является самым

выгодным на сегодня способом перевода автотранспорта для работы на газомоторном топливе.

Как известно, у транспортных компаний расходы на топливо составляют до 20 % всех операционных затрат. Поэтому рост цен на бензин и дизельное топливо (ДТ) заставляет руководителей автотранспортных предприятий искать



Автобусы ЗАО «АК № 1825», работающие по газодизельному циклу

Планы правительства по расширению использования природного газа в качестве моторного топлива на общественном автомобильном транспорте и транспорте дорожно-коммунальных служб к 2020 г. предусматривают дифференцированное их увеличение в городах с населением:

- более 1 млн чел. – до 50 % общего числа единиц техники;
- более 300 тыс. чел. – до 30 %;
- более 100 тыс. чел. – до 10 %.

новые способы экономии. Одним из таких способов является перевод автомобилей на газ. Однако переоборудование транспорта – дело затратное, и не всегда владельцы автопарков готовы вкладывать большие средства в установку ГБО. Те же, кто готов, ищут способы выполнения этой задачи без серьезного ущерба для бюджета предприятия. И многим удается их найти. Так, в Оренбурге был проведен эксперимент по переводу автобусов на двухтопливный режим работы.

Экономить оказалось легко

В 2013 г. автотранспортное предприятие ЗАО «АК № 1825» (дочерняя компания ООО «Газпром добыча Оренбург») решило перевести свои дизельные автобусы на работу по газодизельному циклу, при котором дизельное топливо частично замещается сжиженным углеводородным газом (СУГ). Учитывая то, что стоимость необходимого оборудования достаточно велика (45 тыс. руб. за комплект), а величина экономии сравнительно мала (всего до 10 %), то срок окупаемости инвестиционных затрат может достигать нескольких лет. Это не позволяет автоколонне воспользоваться, к примеру, предлагаемым компанией «Газпром газэнергосеть» маркетинговым инструментом «Чистый город» (установка ГБО под договор поставки газомоторного топлива), где граничным условием является требование к сроку окупаемости – менее 9 месяцев. Поэтому руководство автоколонны обратилось к Группе

компаний «Газпром газэнергосеть» с просьбой найти другой способ, который позволил бы минимизировать затраты на переоборудование автотранспортных средств.

Тогда специалисты ОАО «Газпром газэнергосеть» и ООО «Газэнергосеть Оренбург» предложили ЗАО «АК № 1825» эффективный и выгодный для обеих сторон вариант, который может существенно повысить в перспективе уровень потребления газа в качестве моторного топлива в стране. Было решено реализовать проект по переводу автобусов на газодизельный цикл в соответствии с Федеральным законом от 23.11.2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении



Автобус ЗАО «АК № 1825», оснащенный ГБО

энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» через энергосервисный договор, адаптировав его применительно к нуждам автотранспортного предприятия (АТП).

Заклучив такой договор, владелец АТП оплачивает покупку и установку ГБО из сэкономленных от перехода на газ средств. Иными словами, на момент заключения договора установка ГБО осуществляется бесплатно и быстро. Все расчеты с контрагентом (в данном случае с ООО «Газэнергосеть Оренбург») начинаются только после получения средств от экономии. Затраты инвестора гасятся поэтапно в соответствии со сроками, оговоренными в договоре.

Сначала по такой схеме в ЗАО «АК № 1825» было переоборудовано 34 дизельных автобуса для работы по газодизельному циклу с использованием СУГ. По мере реализации проекта выяснилось, что предложенный инструмент эффективен для транспорта, работающего не только на ДТ, но и на бензине. Причем в качестве газового топлива можно использовать не только СУГ, но и компримированный природный газ (КПГ). Поэтому в течение прошлого года еще 13 автомобилей были переведены на схему работы по принципу бензин–СУГ. Таким образом, в результате реализации проекта автопарк автомобилей ЗАО «АК № 1825», заправляющихся газом, увеличился на 47 ед.

Плюсы для всех

Безусловно, на газомоторном рынке от применения такого типа договорных отношений выигрывают все. Транспортное предприятие за счет использования СУГ вместо дизельного топлива экономит часть затрат. Топливная компания, которая обеспечивает установку ГБО, «на выходе» имеет рост продаж ГМТ на собственных заправках.

Государство получает увеличение числа транспортных средств, использующих более экологичный и экономичный вид топлива, что и является конечной целью применения энергосервисных договоров в рамках вышеупомянутого закона «Об энергосбережении...».

В этой цепочке во главу угла должна ставиться эффективность применения энергосервисных договоров для транспортных предприятий, без чего данный юридический инструмент не будет работать, а цепочка существовать.

Если рассматривать эффективность на примере Оренбурга, то годовая экономия на одно транспортное средство при замещении дизельного топлива СУГ, по предварительным оценкам, составит в среднем 43,2 тыс. руб. Соответственно, после переоборудования 34 автобусов автоколонна получит годовую экономию около 1,5 млн руб. В свою очередь «Газэнергосеть Оренбург» получит прибыль, а расчетный срок окупаемости инвестиций в мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности составит 2,5 года.

Чем больше у транспортного предприятия автопарк и пробег автомобилей, тем выше будет экономия финансовых средств. Поэтому в компании «Газпром газэнергосеть» ожидают рост интереса к такой форме сотрудничества у юридических лиц, а именно – у транспортных предприятий.

На вопрос «Как добиться еще большей экономии?» мы обычно отвечаем: «Это возможно при 100%-ном переводе автомобилей на газ».

Другие инициативы

На этом компания «Газпром газэнергосеть» решила не останавливаться и предлагает еще более прогрессивную схему сотрудничества с транспортными предприятиями, которая подразумевает тесное взаимодействие

с государством для дальнейшего расширения рынка газомоторного топлива.

Предложение компании предусматривает применение Постановления Правительства РФ от 08.10.2014 г. № 1027 «Об утверждении Правил предоставления субсидий на закупку автобусов и техники для жилищно-коммунального хозяйства, работающих на газомоторном топливе, в рамках подпрограммы «Автомобильная промышленность» государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности».

Согласно этому постановлению, для регионов установлены нормативы по закупке до 2020 г. около 19,5 тыс. автобусов и 23,7 тыс. ед. техники для ЖКХ, работающих на газомоторном топливе (КПГ). Темпы обновления парка должны составлять около 2,8 тыс. автобусов и 3,4 тыс. ед. техники для ЖКХ в год. Размер субсидий варьируется в пределах от 5 до 75 % стоимости транспортного средства. Но при этом важным условием получения субсидии является софинансирование самим предприятием в приобретении техники, что в сложившейся социально-экономической ситуации будет фактически неподъемной задачей для большинства автотранспортных предприятий, муниципальных образований и даже регионов. Все это сказывается на темпах формирования потребителей КПГ и, следовательно, на загрузках автогазонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), что влечет инвестиционные риски уже для топливных компаний, вкладывающих средства в газозаправочную инфраструктуру.

Поэтому «Газпром газэнергосеть» предлагает схему обновления автопарков по энергосервисному договору, предполагающую следующий пакет услуг:

- предоставление автотранспортной техники в лизинг;

- возможность заправляться на заправках газовой компании по рыночной цене;

- полный комплекс методических и консультационных услуг по обеспечению выполнения условий договора.

Заклучив такой контракт, автотранспортное предприятие без привлечения собственных инвестиций (либо частично с привлечением) сможет получить в лизинг газовые автомобили или автотехнику в требуемом для обновления автопарка количестве. При этом цена на эти транспортные средства будет снижена за счет получения государственной субсидии.

Важным условием эффективности данной схемы, конечно, является сохранение возможности для автотранспортных предприятий получения государственной субсидии.

Оплата услуг по энергосервисному договору производится из операционной прибыли автотранспортного предприятия, которая формируется при эксплуатации газовых автомобилей в большем, в сравнении с их дизельными аналогами, объеме. Топливная компания при этом получает возможность загрузить АГНКС на проектную мощность уже в первый год эксплуатации станции, что является важным фактором повышения экономической эффективности инвестиций в газозаправочную инфраструктуру.

В настоящее время это предложение обсуждается и оценивается основными участниками рынка газомоторного топлива и вызывает большой интерес у собственников автопарков. Если государство поддержит такую форму взаимодействия, то энергосервисный договор станет доступным, простым и поэтому наиболее эффективным инструментом развития парков газопотребляющей автотранспортной техники в России.

Экономический эффект переоборудования транспорта коммунального хозяйства на газомоторное топливо

Д.Б. Бухаров, директор ООО «ИнЭР»

В статье описывается практический опыт ООО «Интеллектуальные эвристические решения» по внедрению газодизельной технологии на мусоровозе MAN TGS 26.350. Показана схема газодизельной технологии с распределенным впрыском. Приведены результаты ходовых испытаний с замерами расхода дизельного топлива и газа (метан). Приведен расчет экономии при переоборудовании автопарка коммунальной техники на газомоторное топливо.

Ключевые слова:

газодизель, газодизельный мусоровоз, экономическая эффективность газодизеля, схема газодизеля с распределенным впрыском топлива, газомоторная техника для коммунального хозяйства.

Согласно распоряжению правительства Российской Федерации от 13.05.2013 г. № 767-р, на общественном автомобильном транспорте и транспорте дорожно-коммунальных служб в городах с численностью населения более 1 млн человек уровень использования природного газа в качестве моторного топлива к 2020 г. должен достигнуть 50 %. В свете данного распоряжения правительства за семь лет парки перевозчиков и коммунальных служб обязаны будут пройти глобальную модернизацию подвижного состава.

Есть два пути модернизации подвижного состава на газомоторном топливе – либо покупать новые автобусы и машины, работающие на метане, либо переоборудовать уже имеющуюся в наличии технику для потребления природного газа в качестве моторного топлива. Автопарк может развиваться по одному

из вышеуказанных путей или совмещать оба, одновременно переоборудуя технику для работы на газе и пополняя ее численность новыми газомоторными машинами взамен списываемых.

Есть еще один путь – 100%-я конверсия (переоборудование) дизельного автопарка для работы на метане. Однако установка такой топливной системы требует демонтажа двигателя и его разборки, что значительно увеличивает время производства этих работ. Помимо этой проблемы, возникают и другие: выходит из пределов допустимых значений температурный режим работы двигателя за счет полного изменения вида топлива; 100%-я конверсия двигателя требует затрат на закупку специфических запасных частей (свечи зажигания для метана, поршневая группа и ее составляющие); необходимы специальные стенды для обкатки конверсионных двигателей,



Таблица 1

Сравнение газомоторной техники в зависимости от вида топлива

Параметр	Газовый мусоровоз	Газодизельный мусоровоз
Использование метана в качестве моторного топлива, %	100	50/50
Запасные части	Требуются спец. запчасти	Штатные запчасти
Сервис	Специализированный дилер	Любой сервисный центр по выбору клиента
Топливная система	Моно: только метан	Битопливная: ДТ+метан
Срок поставки/изготовления, день	30...50 (зависит от завода)	5
Гарантия, мес.	12	12
Разница в цене в сравнении с дизельными аналогами, тыс. руб.	1200...2000	250...650
Период окупаемости	3...5 лет	18...20 мес.

предназначенных для работы только на метане. Стоимость конверсии может приближаться к стоимости газовых машин заводского производства.

Какой путь является наиболее эффективным? Сравнительный анализ использования газового мусоровоза и мусоровоза, работающего по газодизельной технологии, приведен в табл. 1.

Сравнивая параметры, можно отметить следующие достоинства газодизельной системы: применение транспорта вне жесткой зависимости от сети АГНКС; возможность увеличения запаса хода за счет применения двух видов топлива; сжатые сроки ввода техники в эксплуатацию; меньший период окупаемости.

Хронология переоборудования мусоровоза на газодизельное топливо

В октябре 2013 г. руководство ОАО «Автопарк № 1 «Спецтранс» (Санкт-Петербург) решило запустить пилотный проект по конвертации мусоровозов на газодизельное топливо. Требовалось переоборудовать мусоровоз MAN TGS 26.350, оснащенный двигателем D2066LF03 (258 кВт) с рабочим объемом 10,5 л.

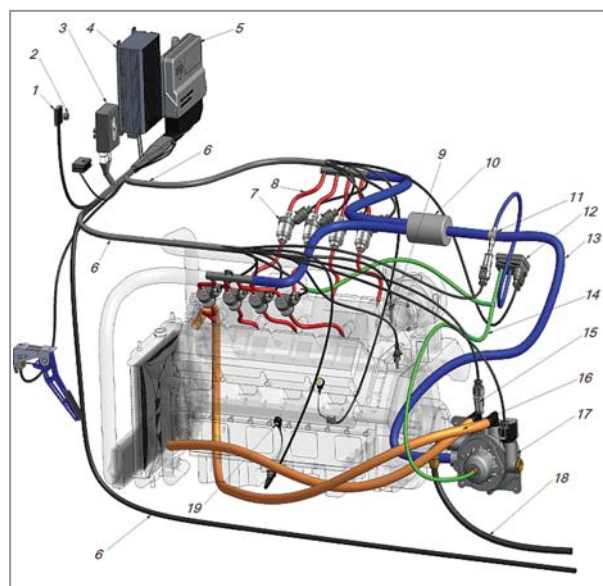


Рис. 1. Принципиальная схема газодизельной технологии OSCAR-N Diesel: 1 – переключатель; 2 – звуковой сигнал; 3 – эмулятор TPS; 4 – конвертер 24 В/12 В; 5 – контроллер; 6 – провода электронного управления; 7 – газовые инжекторы; 8 – шланг подачи газа; 9 – термopара; 10 – фильтр газа; 11 – датчик температуры газа; 12 – MAP сенсор; 13 – магистраль газа низкого давления; 14 – вакуумный шланг; 15 – датчик температуры редуктора; 16 – подогрев редуктора; 17 – редуктор; 18 – магистраль газа высокого давления; 19 – датчик детонации

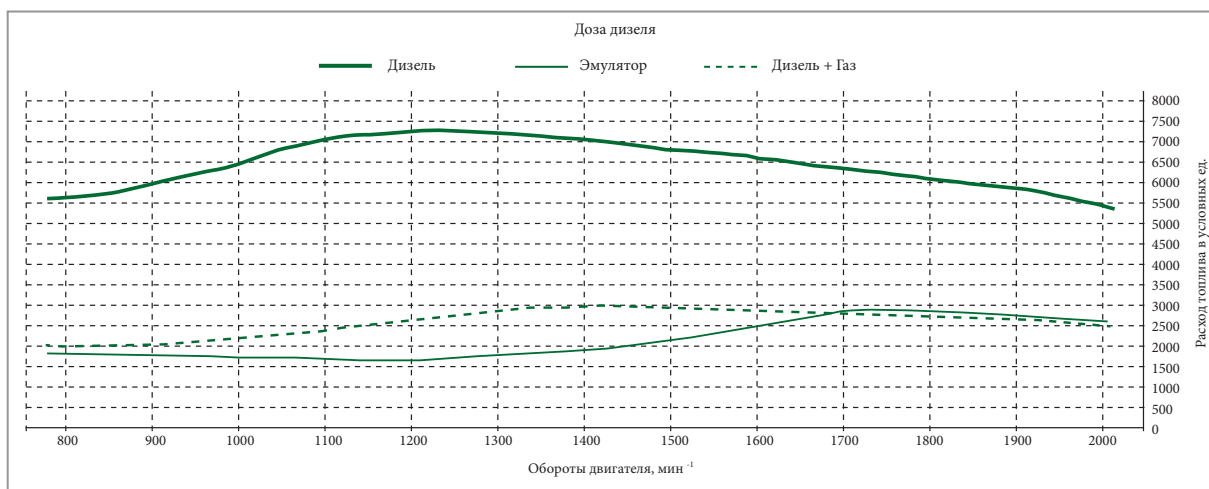


Рис. 2. Расход дизельного топлива газодизельного мусоровоза MAN TGS 26.350 при различных режимах эксплуатации согласно данным системы OSCAR-N Diesel

Наша компания представила свое решение поставленной задачи. Была подготовлена технологическая схема переоборудования на базе электронного блока управления газодизельной системы OSCAR-N Diesel (рис. 1), позволяющая заместить дизельное топливо (ДТ) природным газом. Представленное технико-экономическое обоснование было утверждено заказчиком. После подписания договора была разработана технологическая карта на серийное переоборудование грузовиков марки MAN.

3 ноября 2013 г. автомобиль был поставлен в бокс, и началось переоборудование. После завершения установки системы машина покинула сборочный цех и вышла на настроечные ходовые испытания и обкатку. На ходовых испытаниях газодизельная система показала параметры замещения метаном дизельного топлива, представленные на рис. 2. Все тесты были пройдены успешно. 7 ноября 2013 г. газодизельный мусоровоз MAN TGS 26.350 был принят в эксплуатацию (рис. 3).

Экономический эффект от внедрения газодизеля

Однако для определения экономической эффективности требовались



Рис. 3. Газодизельный мусоровоз MAN TGS 26.350

статистические данные, подтверждающие показания системы или опровергающие их. Совместно с руководством ОАО «Автопарк № 1 «Спецтранс» было принято решение провести замеры расхода топлива в смешанном режиме (ДТ+природный газ) в течение рабочей недели (табл. 2). Газодизельный мусоровоз MAN TGS 26.350 с двигателем D2066LF03 (парковый номер 652 ОАО «Автопарк № 1 «Спецтранс») следовал по маршруту сбора мусорных баков в Московском районе г. Санкт-Петербург.

Порядок выполнения замера расхода топлива:

1. Наполнение топливного бака дизельным топливом до максимального значения.
2. Наполнение газовых баллонов метаном до максимального значения.

3. Запись времени выезда, показание одометра на начало замеров.

4. Выезд на маршрут.

5. По окончании маршрута запись времени приезда, показание одометра на конец замеров. Наполнение топливного бака дизельным топливом до максимального значения, запись заправленного количества литров. Наполнение газовых баллонов метаном до максимального значения, запись заправленной массы газа.

6. Сравнение результатов показаний автомобильного бортового компьютера и реальных замеров.

Таблица 2

Показание реальных замеров расхода топлива газодизельного мусоровоза MAN TGS 26.350 на 3 февраля 2014 г.

№	Замеры	Показатель
1	Время отбытия	11:40
2	Время прибытия	21:36
3	Время в пути	9 ч 56 мин
4	Начальное показание одометра, км	11 435
5	Конечное показание одометра, км	11 552
6	Пройденный путь, км	117
7	Израсходовано жидкого топлива (ДТ), л	40,2
8	Израсходовано газообразного топлива (метан), кг (м ³)	18,2 (25,4)
9	Средний расход жидкого топлива (ДТ), л/100 км	34,4
10	Средний расход газообразного топлива (метан), кг/100 км (м ³ /100 км)	15,5 (21,7)

Примечание: показания в п. 1-6 взяты с бортового компьютера автомобиля.

Следует отметить, что показания бортового компьютера расхода дизельного топлива существенно отличаются от реальных. Объясняется это тем, что при работе двигателя на газодизельном режиме происходит эмуляция сигнала датчиков давления топлива и давления воздуха.

Экономический эффект на 100 км пути: цена дизельного топлива – 33,95 руб./л;

цена газообразного топлива (метан) – 19,36 руб./кг.

Затраты на топливо в дизельном режиме на 100 км пути:

$59 \cdot 33,95 = 2003,1$ руб. (ДТ).

Затраты на топливо в газодизельном режиме на 100 км пути:

$34,4 \cdot 33,95 = 1167,9$ руб. (ДТ);

$15,5 \cdot 19,36 = 300,1$ руб. (газ);

$1167,9 + 300,1 = 1468$ (ДТ+газ).

Итоговая экономия затрат на топливо на 100 км пути:

$2003,1 - 1468 = 535,1$ руб.

Таким образом, экономический эффект составил 535 руб. на 100 км пути газодизельного мусоровоза MAN TGS 26.350, или 26,71 %.

На основании результатов опытной эксплуатации можно сделать вывод о существенном экономическом эффекте внедрения газодизельных технологий на автомобильном транспорте. В частности, расчетная экономия для ОАО «Автопарк № 1 «Спецтранс» при парке около 350 машин составит 202 млн руб./год. Если учесть, что в Санкт-Петербурге около 1 000 мусоровозов, то можно предположить, что только предприятия по вывозу ТБО могут сэкономить до 580 млн руб./год.

Однако рост использования газомоторной техники невозможен без расширения заправочной инфраструктуры, которая в настоящий момент недостаточно развита. Ограниченное число заправок природным газом сдерживает переоборудование существующей техники и не позволяет закупать новые газовые машины. Решение данной проблемы видится в комплексном взаимодействии профессиональных установочно-сервисных центров ГБО, проектировщиков и строителей АГНКС, частных инвесторов, единого оператора развития заправочной сети ООО «Газпром газомоторное топливо», специализированных учебных центров, потребителей газомоторного топлива и органов исполнительной власти.

Метод формирования адекватной стоимости газового моторного топлива

А.А. Евстифеев, начальник лаборатории ООО «Газпром ВНИИГАЗ», к.т.н.

В статье представлен один из возможных подходов к формированию адекватной стоимости газового моторного топлива в условиях государственного регулирования цен.

Ключевые слова:

совершенствование региональной сети АГНКС, повышение эффективности управления производственными процессами, цена на газовое моторное топливо, компримированный природный газ.

В настоящее время под газовым моторным топливом понимают три продукта: сжиженный углеводородный газ (СУГ)¹, являющийся пропан-бутановой смесью; компримированный (КПГ)² и сжиженный (СПГ)³ природный газ.

Единственным нормативным документом, регламентирующим предельную отпускную цену на компримированный (сжатый) природный газ, производимый автомобильными газонаполнительными компрессорными станциями (АГНКС), является постановление правительства Российской Федерации от 15.01.1993 г. № 31 «О неотложных мерах по расширению замещения моторных топлив природным газом». В соответствии с п. 1 этого документа следует устанавливать «...на период действия регулируемых цен на природный газ,

поставляемый населению, предельную отпускную цену на сжатый природный газ, производимый автомобильными газонаполнительными компрессорными станциями, в размере не более 50 процентов от цены реализуемого в данном регионе бензина А-76, включая налог на добавленную стоимость».

С момента принятия данного постановления прошло более 20 лет, но поскольку российский рынок КПГ в это время постепенно деградировал, фактическая численность транспортных средств на компримированном природном газе к концу 2013 г. составляла всего 86 тыс. ед. с годовым объемом потребления КПГ 390 тыс. м³. Поднимать вопрос о несоответствии реальной рыночной стоимости КПГ заявленной в постановлении правительства не было необходимости.

¹ГОСТ 27578–87 «Газы углеводородные сжиженные для автомобильного транспорта». ГОСТ Р 52087–2003 «Газы углеводородные сжиженные топливные».

²ГОСТ 27577–2000 «Газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия».

³ГОСТ Р 56021–2014 «Газ горючий природный сжиженный. Топливо для двигателей внутреннего сгорания и энергетических установок. Технические условия».

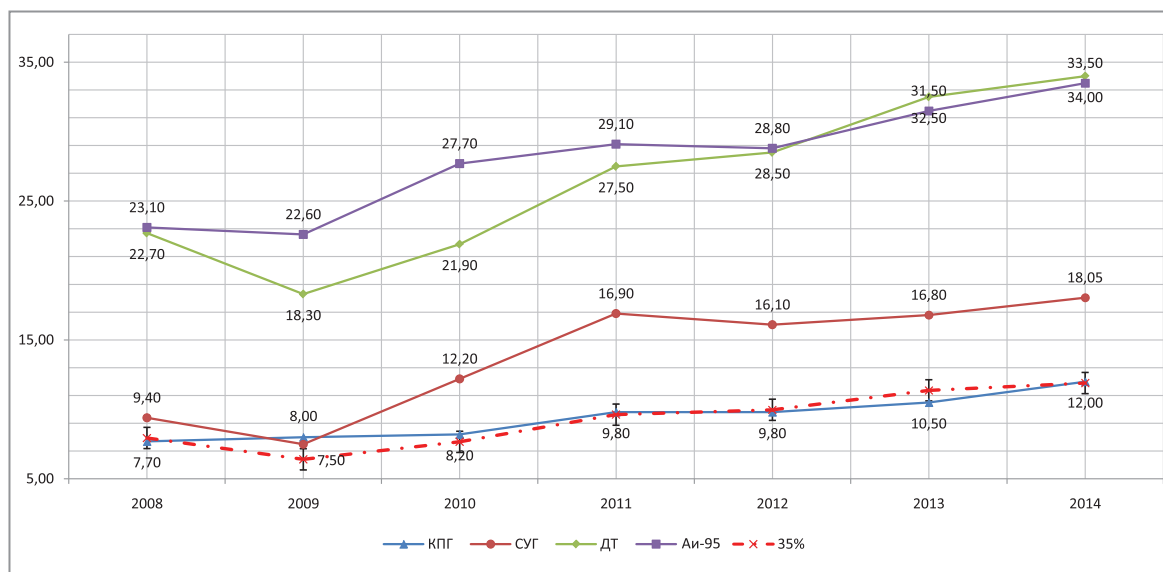


Рис. 1. Динамика изменения цен на традиционные и альтернативные виды моторных топлив на внутреннем рынке РФ

На рис. 1 представлены графики, отражающие динамику изменения отпускных цен на традиционные и альтернативные виды моторных топлив, реализуемых на внутреннем рынке РФ. Самая большая разница в изменении стоимости произошла у сжиженного углеводородного газа и дизельного топлива. За пять лет с 2009 по 2014 г. отпускная цена на СУГ выросла в 2,25 раза с 8,00 до 18,05 руб., а на дизельное топливо – в 1,88 раза с 18,30 до 34,00 руб./л.

Все это говорит о том, что усилия государства по поиску способов снижения расходов на топливо для муниципальных перевозок являются обоснованными. Поиску подходов к решению данного вопроса в последнее время уделяли внимание разные научные коллективы [1-15].

Подписание Распоряжения правительства РФ от 13.05.2013 г. № 767-р «О газовом моторном топливе и компримированном природном газе» должно было стимулировать местные унитарные предприятия к переходу на альтернативные виды топлива [1, 2, 4, 6-8]. Но как же быть с постановлением от 15.01.1993 г. № 31, которое стало

мешать развитию рынка газового моторного топлива?

Во-первых, стоимость различных технологий производства КПГ сильно отличается [8, 9, 14], а предельная отпускная цена у конечного продукта (КПГ) для всех технологий производства одинакова. Данный факт снижает привлекательность использования схем с регазификацией СПГ и доставкой КПГ автомобильным, железнодорожным и морским транспортом к местам последующего потребления [3, 10-15].

Во-вторых, транспортные средства на КПГ дороже своих аналогов на традиционных жидких моторных топливах за счет необходимости установки газобаллонного оборудования (ГБО).

В-третьих, малое число транспортных средств на КПГ приводит к низкому объему потребляемого газового моторного топлива, а отсюда низкая загрузка уже существующих объектов заправки. Развитие сети станций в свою очередь требует дополнительных инвестиций в строительство. При этом если внутренняя норма доходности меньше 12 %, мало кто из инвесторов согласится вкладывать средства в подобный проект.

Опыт ценообразования для традиционных видов моторного топлива

Для многих видов топливно-энергетических ресурсов (таких как природный газ, поставляемый по трубным газопроводам, уголь и нефтепродукты) разработаны формулы расчета максимальной отпускной цены. Газовое моторное топливо также требует разработки понятной и прозрачной формулы для того, чтобы формировать адекватную стоимость на поставляемый потребителю продукт.

Например, для светлых нефтепродуктов (бензин и дизельное топливо) отпускная цена с нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) формируется в соответствии с поправками к разделу «Акцизы», установленными Федеральным законом №269-ФЗ ко второй части Налогового кодекса Российской Федерации, а с 2014 г. еще и со ставками налога на добычу полезных ископаемых (НДПИ), в частности, исходного сырья – нефти.

Схема формирования отпускной цены НПЗ на автомобильные бензины и дизельное топливо для внутреннего рынка РФ представлена на рис. 2.

Достаточно давно начата разработка новой формулы расчета цены на светлые нефтепродукты, но, к сожалению, до настоящего времени данный процесс не завершен.

В сфере тарификации максимальных отпускных цен для населения на СУГ разработан целый ряд документов, основным из которых является приказ ФСТ РФ от 28.11.2006 г. № 312-э/8 (ред. от 30.07.2008 г.) «Об утверждении Методических указаний по регулированию оптовых цен на сжиженный газ для бытовых нужд» (зарегистрировано в Минюсте РФ 27.12.2006 г. № 8675), а также постановление правительства РФ от 15.04.1995 г. № 332 «О мерах по упорядочению государственного регулирования цен на газ и сырье для его производства». К сожалению, данная методика

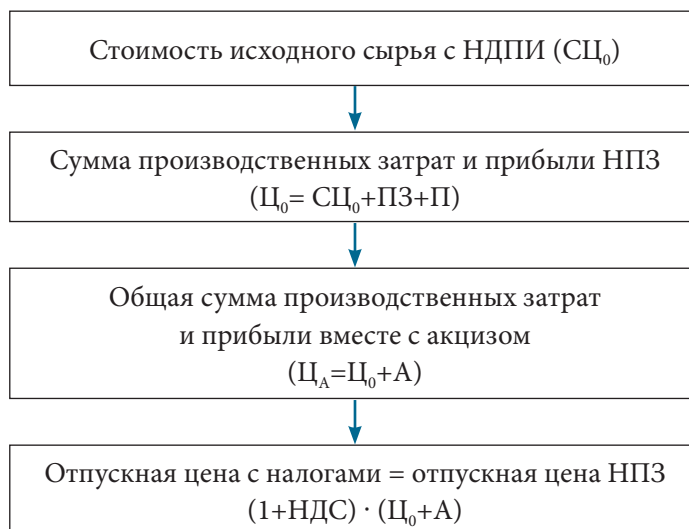


Рис. 2. Схема формирования отпускной цены НПЗ на автомобильные бензины и дизельное топливо для внутреннего рынка РФ:

C_0 – отпускная цена НПЗ; ПЗ – производственные затраты; П – прибыль НПЗ; А – акциз на топливо; C_A – отпускная цена с акцизом

не предусматривает дифференциацию по субъектам Российской Федерации, а также не учитывает технологические особенности производства СУГ.

В результате исключительной непрозрачности и непрозрачности методики регулирования оптовых цен на СУГ для бытовых нужд динамика изменения его цены вызывает недоумение. Например, за семь лет цена на СУГ выросла в 7,5 раза, при том что зарплата в среднем возросла примерно в 3 раза.

В сфере подачи природного газа потребителям по трубопроводам цена реализации привязана к мировому уровню цен, а основным направлением государственной политики заявлена доходность реализации природного газа на внутреннем и внешнем рынках. Уже в 2013 г. платежеспособный спрос и реализация на внутреннем рынке сократились, от убытков ОАО «Газпром» спасло только 15%-ное повышение цены на природный газ при годовой инфляции в 6,3 %.

При этом следует отметить не только наличие фиксированной верхней границы стоимости природного газа при его реализации отдельным категориям потребителей, но также установление некоторого заданного коридора цены ПГ, ограниченного нижним и верхним пределами, что делает понятной для надзорных органов и потребителей область изменения цены на этот продукт и позволяет выявлять нарушения при его реализации по завышенным или необоснованно заниженным тарифам.

Предложения по организации ценообразования на природный газ

1. Необходимо выделить три основных типа реализуемого природного газа, получаемого по разным технологиям:

- компримированный природный газ – газообразное автомобильное топливо, природный газ под давлением 25 МПа, получаемый из сетевого магистрального газопровода;
- сжиженный природный газ – криогенное жидкое автомобильное топливо;
- регазифицированный сжиженный природный газ – газообразное автомобильное топливо, природный газ под давлением 25 МПа, восстановленный из криогенной жидкости посредством испарения.

2. Для каждого типа топлива на базе существующих технологий и оборудования следует провести калькуляцию затрат на всех стадиях жизненного цикла объекта заправки, а также нормативных производственных затрат, задать норму прибыли объекта заправки и провести расчет минимальных и максимальных отпускных цен для конкретных видов газового моторного топлива с учетом налогов.

Пример расчета цены на регазифицированный КПП

Оценка выполняется на основании следующих нормативно-методических документов:

- «Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов», утвержденные министерством экономики РФ, министерством финансов РФ, государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике 21.06.1999 г. № ВК-477;

- «Методика оценки экономической эффективности инвестиционных проектов в форме капитальных вложений», утвержденная в ОАО «Газпром» 09.09.2009 г. № 01/07-99;

- Р Газпром 035–2008 «Рекомендации по составу и организации предынвестиционных исследований в ОАО «Газпром»;

- Р Газпром 047–2008 «Методические рекомендации по выполнению предынвестиционных исследований в ОАО «Газпром»;

- законодательство РФ по состоянию на 01.01.2014 г.

Для оценочного расчета приняты следующие исходные параметры:

- горизонт расчета включает инвестиционный и 25-летний периоды производственной деятельности;

- начало расчетного периода – первый год инвестирования (2015-2020 гг.);

- шаг расчета – 1 год;

- расчеты выполнены в постоянных ценах на 01.01.2014 г.;

- валюта расчетов – рубль РФ;

- норма дисконта при оценке эффективности проекта 10 %;

- в расчетах приняты налоговые условия в соответствии с действующим законодательством РФ на 01.01.2014 г.

Для всех рассматриваемых вариантов проекта расчеты показателей экономической эффективности выполнены по методу cost-plus (стоимость плюс).

Критериями эффективности реализации проекта являются:

- внутренняя норма доходности 12 %;
- чистый доход (ЧД);
- чистый дисконтированный доход (ЧДД);
- срок окупаемости по недисконтированному денежному потоку;
- срок окупаемости по дисконтированному денежному потоку.

Цены на сырьевой газ для объектов производства определены согласно «Внутренним расчетным (оптовым) ценам на газ ОАО «Газпром», реализуемый ООО «Газпром межрегионгаз» для последующей поставки на внутренний рынок» и в соответствии с региональными особенностями.

На основе разработанных технологических решений были определены объемы капитальных вложений и эксплуатационных затрат по проекту, рассчитаны суммы налоговых и прочих платежей, определены показатели экономической эффективности: чистый денежный доход, чистый

дисконтированный доход, сроки окупаемости капитальных вложений по ЧД и ЧДД.

В расчете учтены капитальные вложения по следующим направлениям:

- основное и вспомогательное оборудование;
- КриоАЗС;
- завод СПГ;
- метановозы;
- расходы на строительные и пусконаладочные работы.

Объемы капитальных вложений рассчитывались по годам рассматриваемого периода на основе технологических показателей, динамики ввода мощностей, объемов сбыта выпускаемой продукции, сроков выполнения строительных и пусконаладочных работ. Капитальные вложения рассчитаны с учетом налога на добавленную стоимость.

Объем эксплуатационных затрат определялся на основе технологических данных, а также фактических нормативов по объектам-аналогам. В состав

Таблица

Технико-экономические показатели объекта

Наименование показателя	Объект производства ГМТ	
	ГРС-3 г. Магнитогорск	АГНКС-3 г. Оренбург
Капитальные вложения, млн руб.	526,2	202,1
Эксплуатационные затраты, млн руб./год	138,1	68,8
Чистый доход, млн руб.	1108,8	506,3
Чистый дисконтированный доход, млн руб.	71,8	33,2
Срок окупаемости, лет	9	9
Дисконтированный срок окупаемости, лет	18	18
Объем СПГ, реализуемый в качестве моторного топлива, тыс. т/год	18,9	5,4
Покупка сырьевого газа для производства СПГ, млн м ³ /год	27,4	8,0
Объекты, обеспечивающие реализацию СПГ/КПГ в качестве МТ в зоне эффективной доставки от регазифицированного СПГ, ед.		
КриоАЗС	1	2
метановозы	4	2
Оценочная стоимость КСПГ на станции заправки, руб./нм³	7,69	13,05

эксплуатационных затрат входят материальные издержки (покупка газа для дальнейшего сжижения, выработка электроэнергии, собственных нужд завода), расходы на капитальный ремонт, амортизационные отчисления, транспортные и прочие операционные расходы.

Затраты на капитальный ремонт составляют 0,3 % первоначальной стоимости основного технологического оборудования и объектов производственной

инфраструктуры. В дальнейшем происходит пропорциональный рост с коэффициентом 1,1.

Величина амортизационных отчислений определена исходя из объемов капитальных вложений и норм амортизации основных фондов. Эти отчисления рассчитаны отдельно для метановозов и остальных производственных фондов, что обусловлено значительно более быстрым износом транспортных средств (таблица).

Литература

1. **Евстифеев А.А.** Обеспечение муниципальных автобусных парков мегаполиса газовым моторным топливом // Газовая промышленность. – 2014. – № 2 (702). – С. 86-89.
2. **Евстифеев А.А.** Математическая модель процесса заправки транспортных средств КПГ на АГНКС // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 1 (37). – С. 24-31.
3. **Евстифеев А.А.** Методология рационального построения и непрерывного совершенствования региональной сети АГНКС // Транспорт на альтернативном топливе. – 2014. – № 3 (39). – С. 53-60.
4. **Хворов Г.А., Козлов С.И., Аكوпова Г.С., Евстифеев А.А.** Сокращение потерь природного газа при транспортировке по магистральным газопроводам ОАО «Газпром» // Газовая промышленность. – 2013. – № 12 (699). – С. 66-69.
5. **Евстифеев А.А.** Математическая модель анализа потребности в КПГ и СПГ на вновь газифицируемых территориях // Газовая промышленность. – 2013. – № 1 (685). – С. 87-88.
6. **Люгай С.В., Евстифеев А.А., Тимофеев В.В., Балашов М.Л., Дрыгина Ю.Н.** Сравнение экономических показателей при использовании жидкого моторного и газомоторного топлив // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 5 (35). – С. 14-19.
7. **Евстифеев А.А.** Модель прогнозирования потребления газового моторного топлива в населенном пункте // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 3 (33). – С. 43-47.
8. **Евстифеев А.А., Балашов М.Л.** Методика определения границы экономической эффективности перехода на природный газ в качестве моторного топлива // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 2 (32). – С. 4-5.
9. **Евстифеев А.А.** Расчет надежности системы поставок газового моторного топлива потребителям // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – № 4 (34). – С. 61-65.
10. **Евстифеев А.А., Заева М.А., Хетагуров Я.А.** Применение математического моделирования при испытаниях и отработке сложных технических систем // Вестник Национального исследовательского ядерного университета МИФИ. – 2013. – Т. 2. – № 1. – С. 115.
11. **Евстифеев А.А., Люгай С.В.** Анализ систем автоматизации нефтегазового комплекса, применимых для автомобильных газонаполнительных станций // Транспорт на альтернативном топливе. – 2012. – № 6. – С. 22.
12. **Ильин Г.В., Лавров В.Н., Юрченко Б.А., Евстифеев А.А.** Основные понятия и особенности дешифрирования магистральных трубопроводов по космическим снимкам // Наука и техника в газовой промышленности. – 2011. – № 3. – С. 35-42.
13. **Евстифеев А.А., Ильин Г.В., Лавров В.Н., Юрченко Б.А.** Классификатор тематических задач, решаемых с использованием данных дистанционного зондирования земли при информационном обеспечении бизнес-процессов ОАО «Газпром», как инструмент планирования и координации работ // Наука и техника в газовой промышленности. – 2011. – № 2. – С. 56.
14. **Евстифеев А.А., Северцев Н.А.** Модели минимизации направленного ущерба транспортной системы при отсутствии информации // Вопросы теории безопасности и устойчивости систем. – 2009. – № 11. – С. 137-145.
15. **Бецков А.В., Евстифеев А.А., Неронов В.Ф.** Методические основы эффективности применения технических средств безопасности // Вопросы теории безопасности и устойчивости систем. – 2009. – № 11. – С. 98-103.

Диагностика элементов газового оборудования поршневого ДВС с искровым зажиганием и электронной системой управления

В.А. Шишков, начальник технического отдела ООО «Рекар», д.т.н.

Представлена разработка методов бортовой диагностики для улучшения эффективности и экологической безопасности двухтопливных и однотопливных газовых поршневых двигателей внутреннего сгорания с электронным управлением рабочим циклом в процессе эксплуатации. На основе теоретических проработок и экспериментальных данных разработан алгоритм бортовой диагностики, который функционально разделен на критические и некритические режимы работы системы управления поршневым двигателем. Предложены алгоритмы диагностики датчиков и исполнительных элементов системы управления, влияющих на способность передвижения транспортного средства и его безопасную эксплуатацию. Представлены методы диагностики датчиков температуры и давления газа в рампе форсунок, датчика высокого давления газа в баллоне, а также методы диагностики газовых форсунок, магистрального клапана и газового редуктора. На основе теоретического анализа и экспериментальных данных разработан алгоритм работы поршневого двигателя внутреннего сгорания с искровым зажиганием на резервных режимах при некритических неисправностях элементов системы управления, а также алгоритмы его выключения при критических неисправностях. Даны рекомендации по путям дальнейшего развития алгоритма диагностики и резервным режимам работы двигателя.

Ключевые слова:

двигатель внутреннего сгорания, диагностика системы управления, критические режимы, газовое топливо, датчик, элементы системы управления.

Исследования по диагностике газового оборудования становятся все более актуальными. Особое внимание к этому научному направлению вызвано следующими обстоятельствами:

- снижение выбросов парниковых газов, к которым относится диоксид углерода CO_2 , а также возрастающие требования по ограничению выбросов токсичных веществ CO , CH , NO_x с отработавшими газами двигателей

внутреннего сгорания (ДВС) стали важнейшей задачей для современного и перспективного транспорта;

- выбросы токсичных компонентов и диоксида углерода прямо пропорциональны расходу углеводородного топлива и зависят от его вида и соотношения в нем количества атомов водорода к углероду, в связи с чем становятся привлекательными альтернативные виды топлива на основе природного газа;

- с 1 января 2013 г. в России начали

действовать нормы токсичности Евро-4 с диагностикой на уровне ЕОБД-2, а в Европе находятся в стадии согласования нормы Евро-6;

- 13 мая 2013 г. было принято распоряжение № 767-р правительства и утвержден комплекс мер по стимулированию использования природного газа в качестве моторного топлива, которые поддержал Президент РФ;

- низкая плотность газообразных топлив обуславливает особенности системы топливоподачи, а также требует изменений в методах и алгоритме управления двигателем.

Все это показывает, что разработка методов электронного управления циклом двухтопливных и однотопливных автомобилей с двигателями, работающими как на бензине, так и на газовом топливе, методов диагностики газобаллонного оборудования (ГБО) и двигателя в целом, а также физически и математически обоснованных алгоритмов для электронной системы управления является важнейшей и наиболее актуальной задачей при производстве современных и перспективных отечественных автомобилей, отвечающих новым законодательным требованиям [1].

Поэтому автор ставил своей целью разработать методы бортовой диагностики для улучшения эффективности и экологической безопасности двухтопливных и однотопливных газовых поршневых ДВС с электронным управлением рабочим циклом в процессе эксплуатации. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующую задачу: разработать алгоритмы внутренней диагностики ГБО для микропроцессорных систем управления и для работы двигателя на резервных режимах [2], которые бы позволяли определить неисправности в процессе эксплуатации транспортного средства и обеспечить безопасную его работу в период жизненного цикла.

Объектом исследования стали системы газовой подачи и микропроцессорного управления для двухтопливных и однотопливных газовых поршневых ДВС с искровым зажиганием.

Газовая система содержит следующие элементы: рампу с электромагнитными газовыми форсунками и датчиками температуры и давления газа в рампе; отсечной газовый клапан; газовый ресивер; датчик утечки газа в моторном отсеке; газовый редуктор; клапан высокого давления с датчиком давления газа на его входе; газовые трубопроводы низкого и высокого давления; газовый баллон с запорочно-расходным вентилем; запорочное устройство с датчиком наличия заглушки; датчик утечки газа в багажном отделении; электронный блок управления для газового и бензинового вариантов питания с двумя независимыми программами.

Блок-схема алгоритма бортовой диагностики элементов ГБО электронной системой управления двигателем представлена на рис. 1. Бортовая диагностика важна для выполнения автомобилем экологических требований и требований безопасности эксплуатации за весь период его жизненного цикла. Все режимы работы ДВС на газовом топливе можно разделить на критические (не позволяющие передвигаться транспортному средству даже с ограничениями параметров, либо угрожающие жизни людей) и некритические (позволяющие транспортному средству передвигаться до места обслуживания) [3].

Критические резервные режимы:

- отказ работы клапана баллона или магистрального клапана;
- отказ работы газового редуктора;
- отказ электромагнитных газовых форсунок;
- отказ электромагнитных клапанов редуктора;
- обнаружение утечки газа из топливной системы автомобиля, которая превышает допустимые значения.

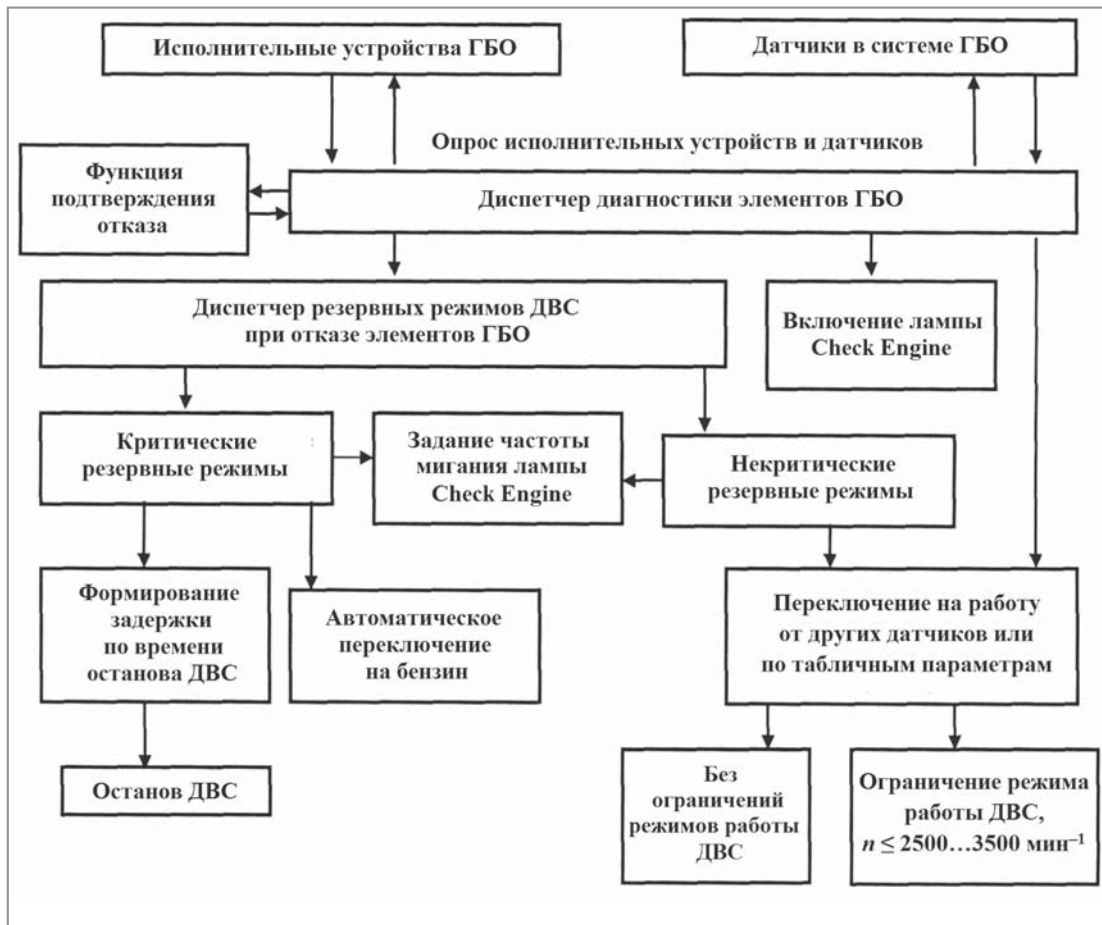


Рис. 1. Блок-схема бортовой диагностики ГБО

Некритические резервные режимы:

- отказ датчика температуры газа в баллоне;
- отказ датчика давления газа в баллоне;
- отказ датчика концентрации газа в воздухе (датчик утечки газа);
- отказ датчиков давления и температуры газа перед электромагнитными форсунками;
- отказ датчика наличия заглушки в заправочном узле ГБО;
- отказ датчика наличия газового конденсата в редукторе (для пропан-бутана);
- отказ датчика, определяющего химический состав газового топлива;
- обнаружение утечки газа из топливной системы автомобиля, которая не превышает допустимое значение, составляющее не более 20 % минимального

порога воспламенения газозоудной смеси.

Для корректной работы алгоритма внутренней бортовой диагностики необходима диагностика измерительных приборов – датчиков системы управления двигателем и транспортным средством. В связи с этим разработаны и предложены методы внутренней бортовой диагностики датчиков ГБО для микропроцессорной системы управления поршневым ДВС. Так, метод диагностики датчика температуры газа (влияет на цикловую подачу газа) в рампе форсунок заключается в сравнении его показаний с датчиками температуры газа в баллоне и температуры двигателя с последующим формированием управляющей команды. Метод диагностики датчика давления газа (влияет на цикловую подачу газа)

в рампе форсунок заключается в анализе его показателей при работе, например, на режиме холостого хода с последующим формированием управляющей команды. Метод диагностики датчика высокого давления газа в баллоне (определяет безопасность автоматической заправки газового баллона) заключается в сравнении его показаний с расчетным значением, полученным исходя из количества газа, прошедшего через газовые форсунки при отсутствии утечек, и показаний датчиков утечки газа в моторном отсеке и багажном отделении с последующим формированием управляющей команды.

Метод диагностики датчика температуры газа в рампе форсунок

На рис. 2 приведено сравнение показаний датчика температуры газа в рампе форсунок с показаниями датчика температуры газа в газовом баллоне в период пуска и прогрева ДВС. Как видно из рисунка, температура газа в баллоне T_6 в этот период плавно снижается за счет эффекта дросселирования, а температура газа T_p в рампе форсунок возрастает за счет теплоты, получаемой при прогреве двигателя.

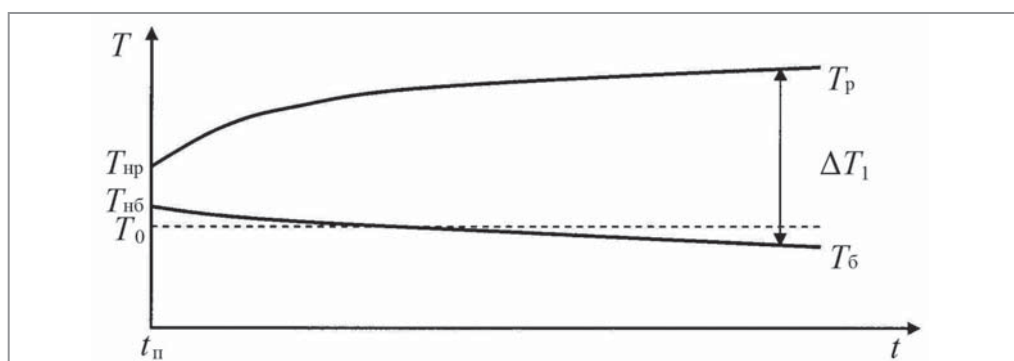


Рис. 2. Изменение температуры газа в рампе форсунок и баллоне после пуска ДВС в процессе его прогрева:

T_0 – значение температуры, принятое за базовое и зависящее от температуры окружающей среды; $T_{нб}$ и T_6 – начальное и текущее значение температуры газа в баллоне соответственно; $T_{нр}$ и T_p – начальное и текущее значение температуры газа в рампе форсунок соответственно; $\Delta T_1 = T_p - T_6$ – изменение разности температуры газа в рампе форсунок и баллоне в процессе прогрева двигателя; $t_{п}$ – начало пуска двигателя

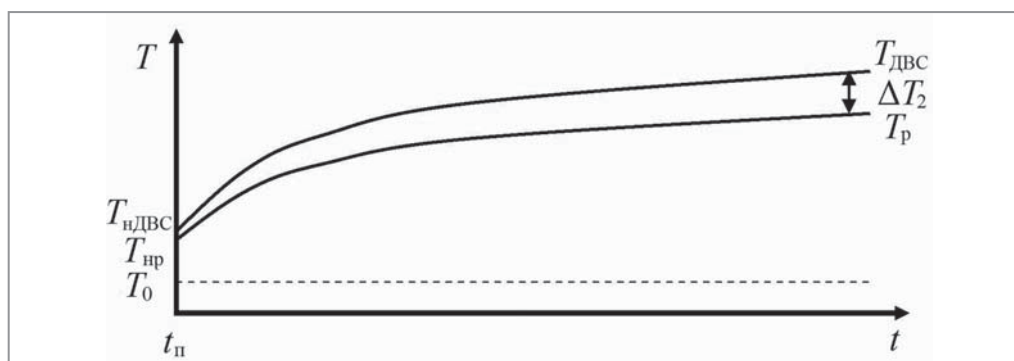


Рис. 3. Изменение температуры газа в рампе форсунок и температуры ДВС в процессе его пуска и прогрева:

$T_{нр}$, T_p – начальная и текущая температура газа в рампе форсунок соответственно; $T_{ндвс}$, $T_{двс}$ – начальная и текущая температура двигателя соответственно; T_0 – значение температуры, принятое за базовое и зависящее от температуры окружающей среды; $t_{п}$ – начало пуска двигателя; $\Delta T_2 = T_{двс} - T_p$ – изменение разности температуры ДВС и газа в рампе форсунок в процессе прогрева двигателя

На рис. 3 приведено сравнение показаний датчика температуры газа в рампе форсунок и датчика температуры ДВС в период его пуска и прогрева. Как видно из рисунка, температура двигателя $T_{\text{ДВС}}$ в этот период возрастает за счет теплоты сгорания топлива значительно интенсивнее, а температура газа T_p в рампе форсунок возрастает за счет теплоты, получаемой при прогреве от двигателя.

При пуске прогретого ДВС алгоритм диагностики датчика температуры газа в рампе форсунок повторяется, но при условии, что начальные температуры газа в рампе и в баллоне, а также температура ДВС будут равны достигнутым значениям. В этом случае для диагностики используют табличные значения разности температуры ΔT_1 и ΔT_2 с учетом новых начальных значений вышеназванных температур.

Метод диагностики датчика давления газа в рампе форсунок

На рис. 4 приведен пример сравнения показаний датчика давления газа в рампе форсунок с базовым заданным значением давления p_p в ней, которое зависит от режима работы ДВС и внешних условий – давления и температуры окружающей среды.

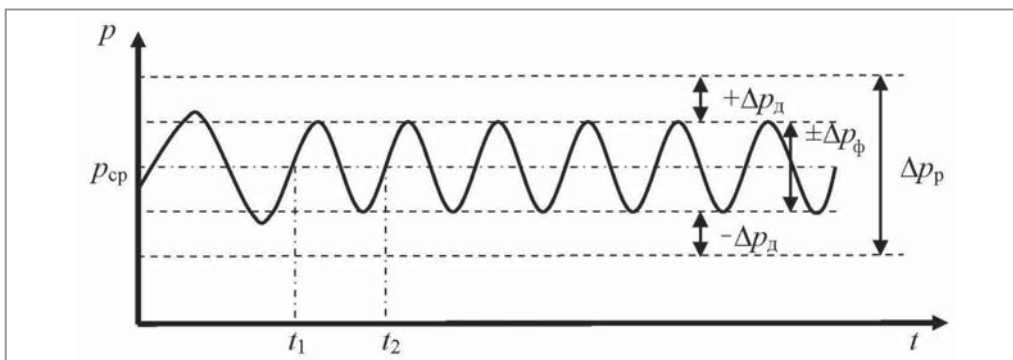


Рис. 4. Изменение давления в газовой рампе на режиме холостого хода: $p_{\text{ср}}$ – среднее значение давления газа в рампе форсунок; $\Delta p_{\text{д}}$ – погрешность измерения давления датчиком (указана в его паспорте); $\Delta p_{\text{ф}}$ – изменение давления газа в рампе при открытии и закрытии клапанов форсунок; $(t_2 - t_1)$ – период между срабатыванием газовых форсунок; Δp_p – поле допуска базового значения давления в рампе форсунок в процессе работы ДВС

Показания датчика давления газа сравниваются с заданным значением рабочего p_p давления газа перед форсунками на режиме холостого хода: $p_p > p_{\text{ср}} \pm \Delta p_p / 2$. Сравнение выполняется за промежуток времени $k(t_2 - t_1)$ с учетом осреднения колебаний давления газа в рампе форсунок, связанных с периодом срабатывания клапанов форсунок и погрешности измерения давления датчиком. Число впрысков k газового топлива на режиме холостого хода выбирается в процессе калибровки системы диагностики.

Метод диагностики датчика высокого давления

Плотность и температура газа в баллоне определяют текущее давление $p_i = f(\rho_i, T_i)$.

Количество газа в баллоне в процессе работы двигателя:

$$G_{6i} = G_{6\Sigma} - \sum_{i=1}^{i=n} G_{\text{г}i} = V_6 \rho_i,$$

где G_6 – масса газа в баллоне; $G_{\text{г}i}$ – масса газа, прошедшая через форсунки во время работы двигателя; V_6 – объем газового баллона.

Плотность газа в баллоне в процессе работы двигателя:

$$\rho_i = \rho_0 - \left(\sum_{i=1}^{i=n} G_{\text{г}i} \right) / V_6.$$

Методы бортовой диагностики исполнительных устройств

52

Большинство отказов исполнительных устройств электронной системы управления газовым поршневым ДВС относится к критическим отказам. Поэтому методы бортовой диагностики исполнительных элементов (газовая форсунка, газовый редуктор и магистральный клапан) газобаллонного оборудования при управлении поршневым ДВС являются наиболее актуальными. Рассмотрим эти методы.

1. Метод диагностики газовой форсунки заключается в следующем: сравнение текущей ширины импульса впрыска на прогревом двигателе с шириной импульса впрыска после обкатки двигателя и шириной импульса впрыска для выбранного расхода газа от производителя форсунки; сравнение изменения частоты вращения коленчатого вала и скорости ее изменения при заданном варьировании времени импульса впрыска на каждой отдельной газовой форсунке с заданными значениями изменения частоты вращения КВ и скорости ее изменения, полученными в процессе калибровки электронной системы управления двигателем; формирование команды управления.

Время импульса на открытие клапана газовой форсунки на участке линейной характеристики составляет:

$$t_{\text{имп}} = V / [(V_{\text{ст}} - V_{\text{дин}}) / (t_{\text{стат}} - t_{\text{дин}})] + t_{\text{откр}} + t_{\text{закр}},$$

где $t_{\text{закр}}$ – время закрытия клапана газовой форсунки.

Если расчетный расход газа $V_p < V_{\text{дин}}$, то есть расчетное $t_{\text{имп}}$ получается меньше $t_{\text{дин}}$, но больше $t_{\text{откр д}}$, тогда скорректированное время импульса следует определять по следующему соотношению

$$t_{\text{имп корр}} = t_{\text{имп}} + (t_{\text{откр д}} - t_{\text{откр}}) (1 - V_p / V_{\text{дин}}).$$

На рис. 5 приведено графическое пояснение метода диагностики газовой форсунки.

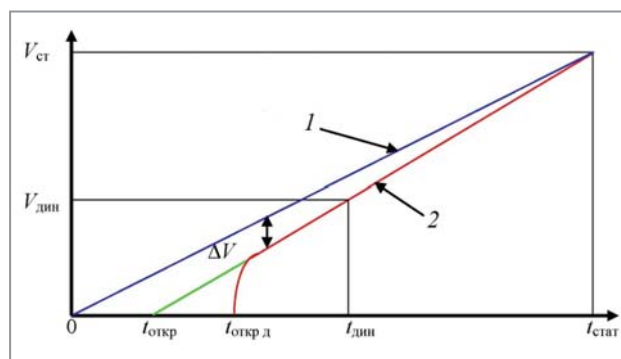


Рис. 5. Расходная характеристика электромагнитной газовой форсунки:

1 – линия расхода газового топлива, заданная в электронном блоке управления ДВС; 2 – реальная линия расхода газового топлива через клапан электромагнитной форсунки; $V_{\text{ст}}$ – статический объемный расход газа через клапан форсунки; $V_{\text{дин}}$ – динамический объемный расход газа через клапан форсунки; ΔV – разность объемного расхода газового топлива, проходящего через клапан газовой форсунки, между заданным значением в электронном блоке управления ДВС и реальным; $t_{\text{откр}}$ – время открытия клапана форсунки; $t_{\text{откр д}}$ – действительное время открытия клапана форсунки; $t_{\text{дин}}$ – динамическое время открытия клапана форсунки; $t_{\text{стат}}$ – статическое время открытия клапана на форсунки

2. Метод диагностики газового редуктора заключается в сравнении текущего давления в газовой рампе и скорости его изменения при изменении режима работы двигателя со значениями, полученными в процессе калибровочных работ с последующим формированием управляющей команды (включение лампы диагностики Check Engine, переключение на бензин или останов двигателя).

3. Метод диагностики магистрального электромагнитного клапана высокого давления (безопасность эксплуатации ТС) заключается в измерении и анализе уровня давления в газовой рампе за выбранный период времени после останова двигателя с запоминанием полученных

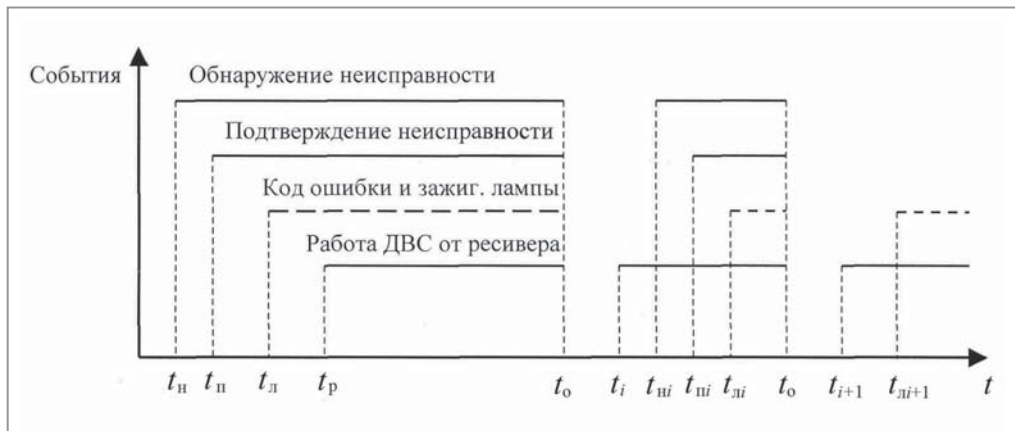


Рис. 6. Циклограмма работы алгоритма управления поршневым ДВС при отказе магистрального клапана [1]:

t_n, t_{ni} – начало отсчета времени в контроллере при обнаружении неисправности;
 $t_{п}, t_{пi}$ – начало отсчета времени в контроллере при подтверждении неисправности;
 $t_{л}, t_{ли}, t_{ли+1}$ – начало времени фиксации кода ошибки и зажигание лампы Check Engine в мигающем режиме; t_p – время начала периода для выработки газа из ресивера, установленного перед газовой рампой; t_o – время останова ДВС и сброс запрета на повторный пуск;
 t_i, t_{i+1} – время повторного включения зажигания и попыток пуска двигателя

данных и выработкой управляющей команды при последующем пуске двигателя (рис. 6).

Таким образом, автором предложена диагностика элементов газобаллонного оборудования и топливной газовой системы для выполнения законодательных требований и норм безопасности в процессе эксплуатации транспортного средства. Разработаны методы и алгоритмы бортовой диагностики газобаллонного

оборудования и работы двигателя на резервных режимах при отказе исполнительных элементов газовой системы и измерительных датчиков системы управления. В то же время для безопасной эксплуатации транспортного средства на газовом топливе необходимо проработать алгоритмы диагностики утечки газового топлива из системы подачи и предотвращения критических режимов при их проявлении.

Литература

1. **Шишков В.А.** Теория управления двигателем с искровым зажиганием при работе на газовом топливе. – Самара: АНО «Издательство СНЦ РАН», 2012. – 312 с.
2. **Шишков В.А.** Резервные режимы работы ДВС с искровым зажиганием с ЭСУД при работе на газовом топливе // АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо. – 2011. – № 3. – С.41-48.
3. **Шишков В.А.** Алгоритм диагностики элементов ГБО в системе электронного управления ДВС с искровым зажиганием // АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо. – 2011. – № 1.– С.7-15.

Новые технологии использования природного газа

54

Федеральная Служба по интеллектуальной собственности (Роспатент) Российской Федерации выдала ОАО «Российские железные дороги» патент № 2497014 на изобретение «Способ регулирования температуры газа в системе топливоподачи газотурбовозов». Изобретение относится к энергетике.

Авторы изобретения – В.Ф. Руденко, В.Ю. Гусев, А.Г. Воронков, В.Ю. Семенов, В.В. Семенов, А.Н. Лобачев.

Способ регулирования температуры газа в системе топливоподачи газотурбовозов заключается в том, что криогенное жидкое топливо из криогенной емкости нагревают и испаряют в теплообменнике-газификаторе, обогреваемом за счет тепла отработавших газов газотурбинного двигателя (ГТД). Нагретый газ подают в смеситель, который соединен криогенным трубопроводом также с емкостью криогенного жидкого топлива через регулятор температуры газа. При превышении установленной температуры нагретого газа по показанию электротермометра в смеситель подают криогенное жидкое топливо, где его перемешивают с нагретым газом. Криогенное жидкое топливо испаряют и понижают температуру нагретого газа. При температуре нагретого газа ниже установленной повышают его температуру по показанию электротермометра автоматическим включением электронагревателя газа.

Изобретение относится к питанию газотурбинных установок транспортных средств, в частности газотурбовозов, криогенным жидким топливом. Изобретение позволяет обеспечить регулируемое изменение температуры газа в системе топливоподачи при пуске ГТД газотурбовоза для ограничения тепловой напряженности дозирующей и регулирующей газовой аппаратуры, а также исключить возможность попадания в газовый тракт ГТД криогенного жидкого топлива (рис. 1).

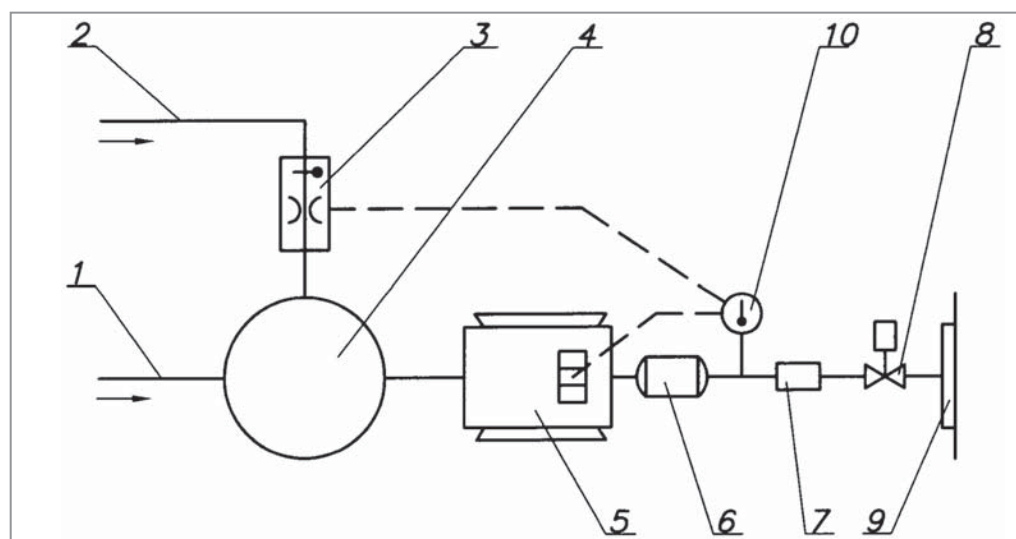


Рис. 1

* * *

Патент № 2487028 на изобретение «Смеситель-испаритель для топливных систем газотурбовозов» выдан Федеральной Службой по интеллектуальной собственности РФ (Роспатентом) ОАО «РЖД» в 2013 г. Изобретение относится к устройствам усовершенствования локомотивов, в частности газотурбовозов, в части смешивания газообразных и жидких, в том числе криогенных, компонентов газового топлива.

Авторы изобретения – В.Ф. Руденко, А.Г. Воронков, В.Ю. Семенов, В.В. Семенов, Н.К. Никольский, В.П. Баздникин. Действие патента восстановлено с 20 февраля 2015 г.

Смеситель-испаритель для топливных систем газотурбовозов содержит цилиндрический корпус с отверстиями для подвода газового топлива в газовой и жидкой фазах и отвода готового топлива, а также напорную и смесительную камеры. Корпус смесителя-испарителя снабжен электронагревателем, расположенным на наружной поверхности корпуса. Между напорной и смесительной камерами установлен распределитель потоков жидкого газа, снабженный сквозными отверстиями, соединяющими напорную и смесительную камеры.

В распределителе потоков выполнены каналы для прохода жидкого газового топлива, сообщающиеся с круговой канавкой и отверстиями, выходящими в напорную камеру. Причем отверстия, соединяющие каналы для прохода жидкого газового топлива с напорной камерой, размещены по окружности распределителя потоков и не менее чем в двух диаметральных плоскостях. В смесительной камере размещены нагревательные элементы, контактирующие с корпусом смесителя-испарителя (рис. 2).

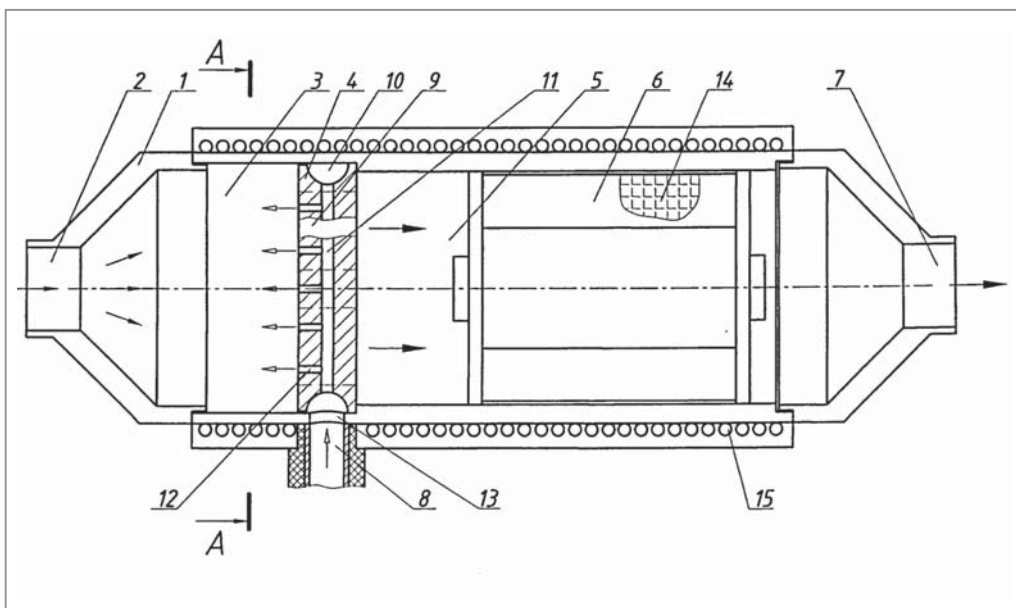


Рис. 2

Технический результат заключается в равномерном перемешивании поступающих в смеситель газовой и жидкой фаз топлива, испарении жидкой фазы, регулировании температуры газовой смеси для обеспечения надежности работы газовой аппаратуры газотурбовозов.

Федеральная Служба по интеллектуальной собственности (Роспатент) Российской Федерации выдала ООО «Газпром ВНИИГАЗ» патент на изобретение № 2543255 «Способ частичного сжижения природного газа».

Авторы изобретения – д.т.н., профессор С.П. Горбачев и к.т.н. И.С. Медведков.

Группа изобретений относится к области сжижения природных газов высокого давления и их смесей.

Технический результат, на достижение которого направлено предлагаемое изобретение, заключается в получении сжиженного природного газа (СПГ) с малым содержанием высококипящих компонентов, в том числе диоксида углерода, повышении эксплуатационных характеристик СПГ и снижении энергетических затрат на его производство.

Полученный сжиженный природный газ обладает высоким качеством, поскольку доля метана в нем стабильна и составляет не менее 98,5 %. Пониженное содержание углеводородов и диоксида углерода предотвращает закупорку арматуры и аппаратов кристаллами CO_2 и тяжелых углеводородов при отгрузке, хранении и регазификации СПГ, позволяет устранить явление ролловера при смешивании различных партий продукта, стабилизировать теплоту сгорания топлива, устраняет образование нагара в форкамерах двигателей при пиролизе углеводородов, снижает содержание оксидов азота в продуктах сгорания (рис. 3).

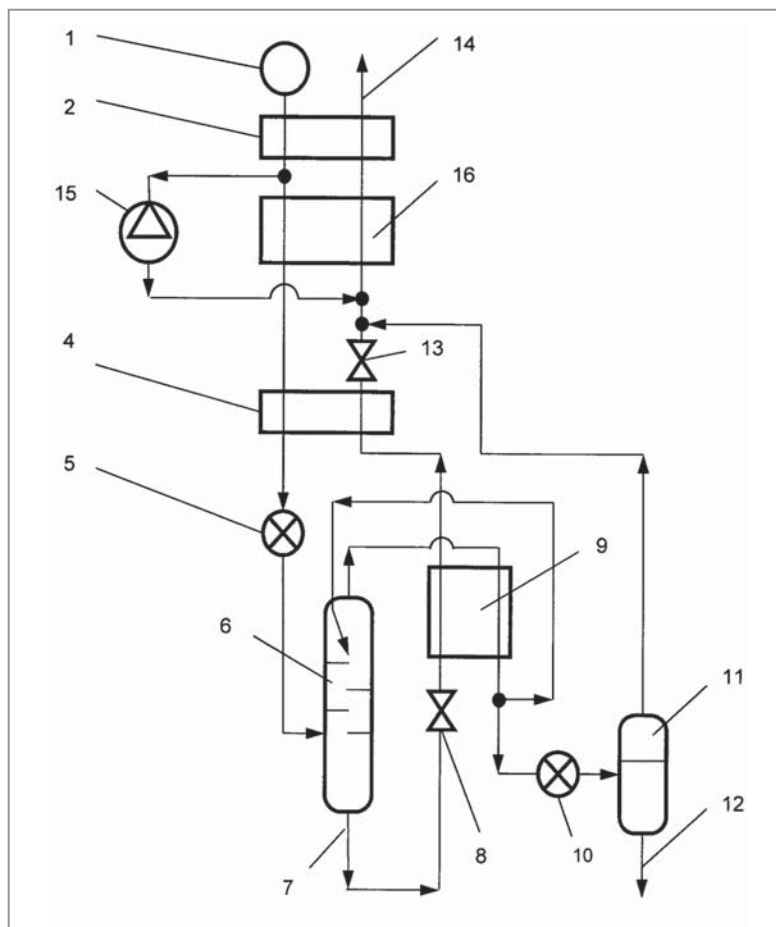


Рис. 3

* * *

Авторы Патента на изобретение № 2534191 «Способ поддержания теплового режима транспортного средства» – сотрудники ООО «Газпром ВНИИГАЗ» к.т.н. С.В. Люгай, к.т.н. А.Н. Капитонов, к.т.н. А.А. Евстифеев, С.А. Мошков, М.Л. Балашов.

Изобретение относится к области двигателестроения и может быть использовано для прогрева системы охлаждения двигателя в условиях низких температур атмосферного воздуха во время длительных остановок и стоянок.

Способ поддержания теплового режима транспортного средства (ТС) заключается в том, что осуществляют предпусковой подогрев двигателя ТС посредством подачи природного газа в камеру сгорания предпускового подогревателя и нагрева охлаждающей жидкости двигателя за счет теплоты сгорания природного газа. Осуществляют подачу природного газа из магистрального газопровода низкого давления через распределительный газопровод и газовый шланг в камеру сгорания предпускового подогревателя. Электроснабжение системы управления предпускового подогревателя, а также связанных с ней исполнительных механизмов осуществляют путем подключения к источнику электроэнергии, расположенному вне транспортного средства. Изобретение обеспечивает надежность и экономичность процесса поддержания теплового режима ТС во время длительных остановок и стоянок (рис. 4).

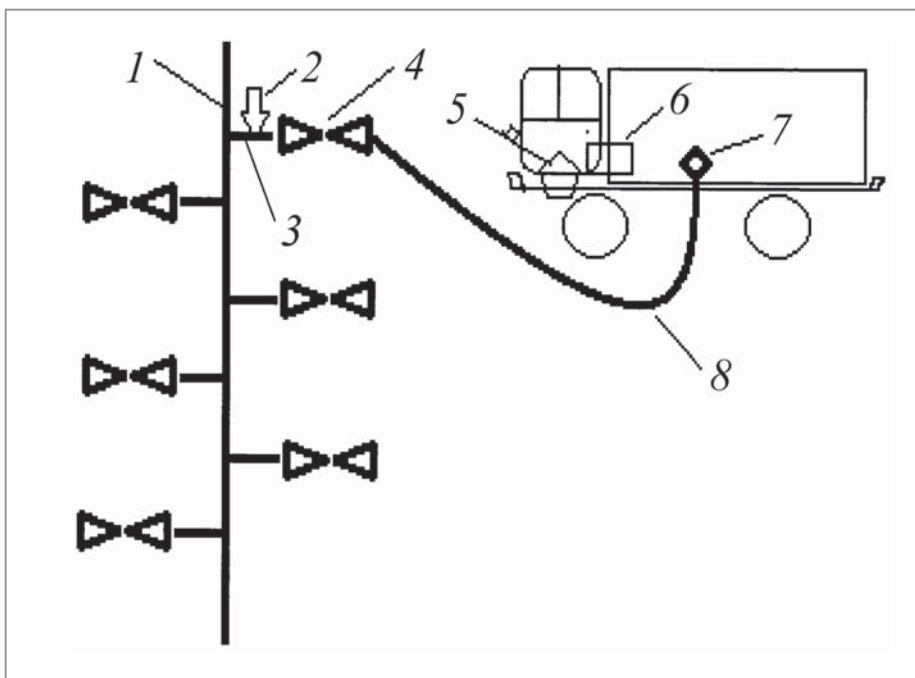


Рис. 4

* * *

ООО «Газпром ВНИИГАЗ» стал патентообладателем ряда охраняемых решений в области экологии, в частности, патента на изобретение № 2515242 «Способ утилизации газов выветривания».

Авторы изобретения – д.т.н. А.Г. Ишков, к.т.н. Г.С. Аكوпова, Н.В. Круглова, Г.М. Юлкин, д.т.н., проф. А.К. Арабский, О.Б. Арно.

Изобретение относится к нефтегазовой промышленности и другим отраслям, где имеет место образование газопаровоздушной смеси, и может быть использовано для утилизации газов выветривания.

Интеллектуальное решение касается способа утилизации газов выветривания, включающего сепарацию и компримирование. Сначала газы выветривания сепарируют, после чего жидкую фазу направляют на стабилизацию или хранение, а газовую – на компримирование до давления 0,2 МПа. Одну часть газовой фазы после компримирования передают на технические нужды, а другую часть – на компримирование до давления 7,5...8 МПа с последующим направлением в конденсатопровод. Технический результат предполагает упрощение технологического процесса утилизации газов выветривания, позволяющее получить товарный продукт такого качества, которое будет соответствовать требованиям потребителей при минимальных затратах, а также сокращение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (рис. 5).

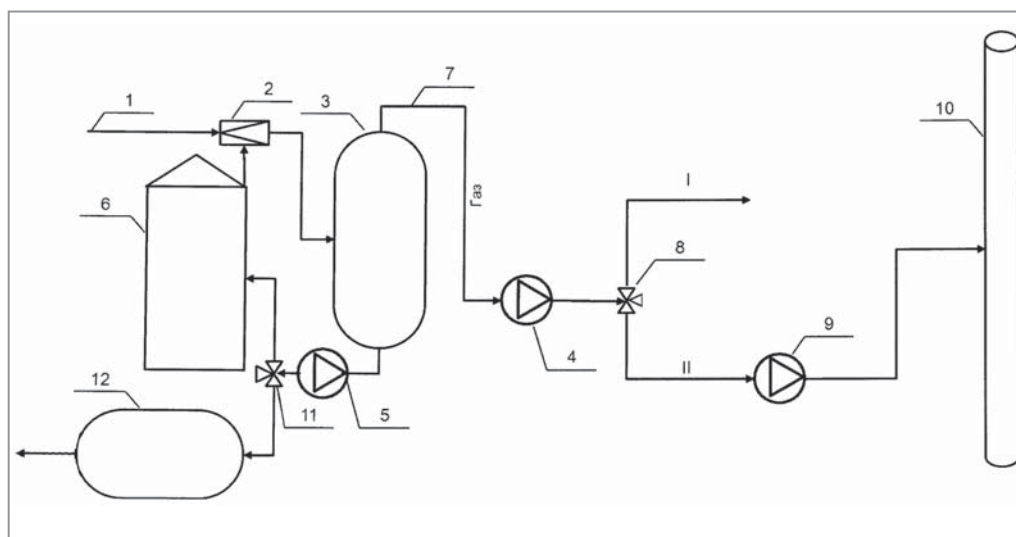


Рис. 5

* * *

ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и ООО «Газпром добыча Оренбург» являются правообладателями патента на полезную модель № 143776 «Установка обезвреживания отходов», которая относится к нефтегазовой промышленности и может быть использована в других отраслях промышленности, где имеет место образование и хранение в шламонакопителях или амбарах значительного количества отходов, содержащих жидкие и пастообразные углеводороды.

Авторы изобретения – к.т.н. Г.С. Аكوпова, П.Б. Попов, Л.В. Стрекалова, В.В. Быстрых, В.И. Никитин, И.Н. Прыскалов, М.Ф. Чехонин.

Полезная модель предназначена для обезвреживания отходов, содержащих углеводороды, и может быть использована в нефтегазовой промышленности.

Установка обезвреживания отходов, содержащих углеводороды, включает в себя смеситель и соединенные с ним трубопровод подачи воды, по крайней мере один узел подачи отходов, узел подачи негашеной извести, узел подачи поверхностно-активной добавки и блок очистки пылегазовоздушной смеси, образующейся в смесителе. Смеситель снабжен водяным распределительным коллектором, соединенным с трубопроводом подачи воды и имеющим средства для распыления воды,

который в свою очередь снабжен узлом подачи воды с устройством для измерения и регулирования ее расхода (рис. 6).

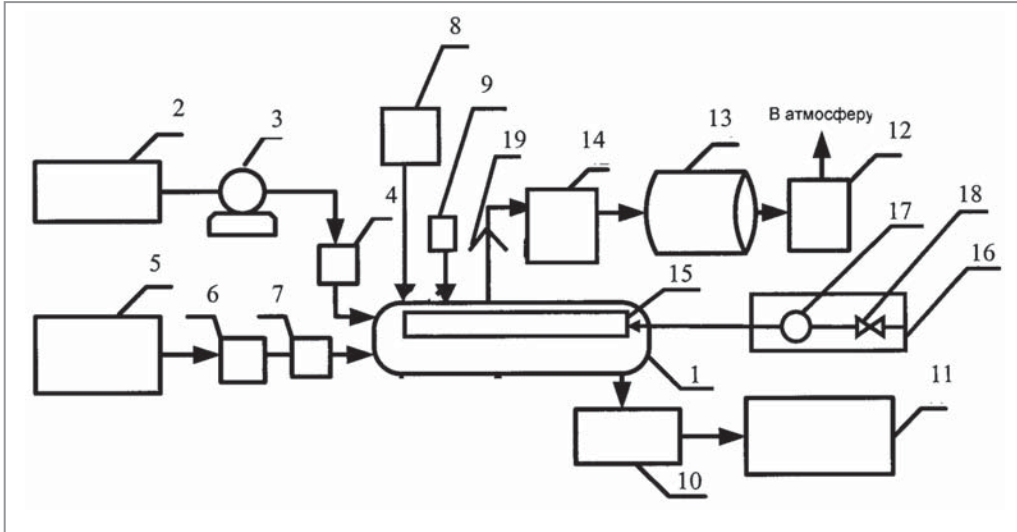


Рис. 6

Технический результат, на достижение которого направлена заявленная полезная модель, заключается в повышении эффективности работы блока очистки пылегазовоздушной смеси, образующейся в смесителе, и качества минерального порошка, получаемого на установке обезвреживания отходов.

Описания и формулы указанных изобретений и полезных моделей опубликованы в Открытом реестре Роспатента.

Требования по подготовке статей к опубликованию в журнале

Все научно-технические статьи должны иметь на русском и английском языках следующие составляющие:

заголовок, ФИО авторов полностью, их должности, ученая степень (при наличии), контакты (e-mail, телефоны), аннотации, ключевые слова.

Авторы остальных публикаций (информационных, рекламных и т.д.) представляют на русском и английском языках: **заголовок, ФИО авторов полностью, их должности, адрес и контакты (e-mail, телефоны).**

Материалы статей должны быть представлены по электронной почте в программе WinWord. Текстовый материал с иллюстрациями и таблицами должен иметь сквозную нумерацию. Графический материал должен быть выполнен в формате, обеспечивающем ясность всех деталей рисунков. **На рисунках цифры на осях графиков даются только прямым шрифтом, позиции на рисунках – только курсивным.**

Формулы и символы должны быть четкими и понятными. Все обозначения в формулах необходимо расшифровать. В формулах и на рисунках **все латинские буквы должны быть курсивными**, за исключением тригонометрических функций, чисел Рейнольдса, Нуссельта и некоторых других величин. **Греческие, русские буквы и цифры в формулах даются только прямым шрифтом.** Нумеруются только те формулы, на которые сделаны ссылки в тексте.

Обозначения физических величин и единиц измерений необходимо давать в Международной системе единиц (СИ). Обязательно соблюдение действующих ГОСТов.

Текст, таблицы и графические рисунки должны быть выполнены в программе Word в формате doc, rtf. Фотографии (не менее 300 dpi, СМУК)

– в формате jpg, jpeg, tiff, pdf. Не следует форматировать текст самостоятельно.

При пересылке материалов по e-mail следует сопровождать их пояснительной запиской (от кого, перечень файлов и т.д.). Объемные файлы должны быть заархивированы.

При подготовке статей к печати необходимо руководствоваться документами, определяющими правила передачи информации через СМИ. Авторский коллектив должен указать ответственное лицо, с которым редакция будет вести переговоры в процессе подготовки статьи к изданию.

В список литературы включаются источники, на которые есть ссылки в статье. Ссылаться можно только на опубликованные работы. Список литературы составляется в порядке употребления. В нем приводятся следующие сведения: фамилия и инициалы авторов, название работы; для журнала – название, год издания, номер, страницы, на которых размещена статья; для книг – место и год издания, издательство, общее число страниц.

Редакция оставляет за собой право редакторской правки и не несет ответственности за достоверность публикации. Все внесенные изменения и дополнения в представленную к изданию статью согласовываются с автором или представителем авторского коллектива.

Редакция также оставляет за собой право размещать опубликованные статьи на сайтах журнала и Национальной газомоторной ассоциации. Редакция не передает и не продает материалы для публикации в других печатных и электронных изданиях без согласования с автором (представителем авторского коллектива).

Тест газового мусоровоза пройден успешно

60



Новый газомоторный мусоровоз

Первым среди челнинских компаний, желающих бесплатно опробовать в работе газомоторный мусоровоз с задней загрузкой CMZL-16G на шасси КАМАЗ-65115 (16 м³), стал МУП «Горкоммунхоз». Переданный компанией «РариТЭК» для проведения тестовой эксплуатации мусоровоз на протяжении 14 дней проходил испытания в реальных городских условиях.

Инженер МУП «Горкоммунхоз» Фарид Шайхутдинов рассказал:

– Наша компания занимается сбором и вывозом мусора. Тестовый газовый мусоровоз был задействован на уборке ТБО в 40-м микрорайоне города и обслуживал 11 домов. По итогам

эксплуатации можно положительно отметить следующее. Во-первых, существенно снизились затраты на топливо за счет разницы в цене на природный газ и дизельное топливо. И что немаловажно, работать вблизи газового автомобиля приятней, чем возле дизельного, так как выхлоп значительно чище. Во-вторых, запаса газового топлива на автомобиле хватает на три дня работы. И это с учетом движения на пониженных передачах в стесненных городских условиях и вывоза мусора на полигон. Стоит заметить, что полигон находится в 50 км от города. В-третьих, порадовало качество металла и прочность кузова в сравнении с другими аналогами, у которых из-за

применения тонкого листового металла на кузове через 2-3 года появляется ржавчина. Новый мусоровоз отличается мощная система гидравлики, которая увеличивает прессование, позволяя загружать больше отходов. В-четвертых, необходимо отметить удобство работы, так как весь процесс загрузки/разгрузки автоматизирован. Управление может осуществляться как с пульта, расположенного позади кузова, так и из кабины автомобиля. Также расположенный в кабине монитор камеры заднего вида помогает водителю при движении задним ходом, снижая аварийность и повышая безопасность дорожного движения.

Далее мусоровоз планируется передать на тест в ОАО «Горзеленхоз».

Напомним, что на проведенном в ООО «РариТЭК» 05.01.2015 г. совещании с участием руководителя исполнительного комитета города Набережные Челны Наиля Магдеева и представителей предприятий города было решено провести предварительную тестовую эксплуатацию газовых мусоровоза и автобуса. По итогам эксплуатации на маршрутах города будет сделано заключение о последующем приобретении данных моделей газомоторной техники для нужд города.

Решение в пользу закупки городом газовой техники КАМАЗ было принято не случайно.

Во-первых, в нашей стране продлено действие программы Правительства о госсубсидировании закупки техники, работающей на природном газе, на реализацию которой в 2015 г. планируется направить 3,5 млрд рублей. Ранее в 2014 г. покупатель из средств федерального бюджета получал 1,3 млн руб. за автобус малого класса и 3,5 млн руб. за мусоровоз.

Во-вторых, первоначальная стоимость приобретения газовой техники с учетом Программы значительно ниже, чем аналогичной дизельной техники.

В-третьих, как показывает практика, последующая экономия средств за счет стоимости газового топлива в сравнении с дизельным достигает до 250 тыс. руб. в год.

И в-четвертых, значительно улучшается экологическая обстановка в городе. Не секрет, что до 80 % вредных выбросов исходит от автомобильного транспорта. В природном газе (метан) отсутствует сера – один из основных загрязнителей воздуха. В сравнении с дизельным двигателем стандарта Евро-5 выбросы углекислого газа и углеводорода ниже соответственно в 200 и 3,2 раза!

Справка о переданной в эксплуатацию технике

Газомоторный мусоровоз с задней загрузкой CMZL-16G на шасси КАМАЗ-65115 либо КАМАЗ-53605 (16 м³) производства компании «РариТЭК» имеет ряд положительных особенностей. Среди них можно отметить: автоматическое управление процессами загрузки/выгрузки; высокопрочные элементы гидравлической системы производства компании Yokohama (Япония); сдвоенный гидронасос обеспечивает высокую скорость загрузки и большой коэффициент прессования; наличие системы автоматической централизованной системы смазки (АЦСС) продлевает срок службы узлов; гребенчатый и рычажный захваты позволяют работать с контейнерами вместимостью 0,12...1,1 м³.

Гарантия на автомобиль 2 года или 100 тыс. км пробега. Гарантия на агрегаты кузова 3 года.

Продвижение газомоторного транспорта в Чувашии

62

Представители министерства транспорта и дорожного хозяйства Республики Чувашия, коммунальные и муниципальные организации, а также частный бизнес посетили компанию «РариТЭК» – дистрибьютора ОАО «КАМАЗ» по газовым двигателям и производителя специальной техники на шасси КАМАЗ.

Напомним, что в середине 2014 г. «РариТЭК» принял участие в совещании минтранса республики по вопросам перехода на пассажирский и коммунальный транспорт, работающий на газовом топливе. На совещании, которым руководил министр Владимир Филиппов, были приняты положительные решения в пользу перевода пассажирского и коммунального транспорта на данный вид топлива.

Ответный визит в «РариТЭК» позволил гостям ознакомиться с современным производством и сервисом газобаллонных автомобилей (ГБА), уровнем технических знаний специалистов и модельным рядом ГБА. Не секрет, что на территории республики функционирует одна газовая заправка (АГНКС). В связи с этим компания «РариТЭК» предлагает передвижную автогазовую заправку, которая позволит заправлять парк ГБА непосредственно на территории эксплуатирующего предприятия.



Гости из Чувашии осматривают технику

На площадке завода «РариТЭК» был представлен широкий модельный ряд газовых автомобилей и сопутствующих продуктов:

- мусоровозы CMZL-9G (9 м³), CMZL-16G (16 м³) и CMZL-18G (18 м³) производства СП «РариТЭК-АЭРОСАН»;
- вакуумно-подметальная машина CMZT-3194A также производства СП «РариТЭК-АЭРОСАН»;

- дорожная комбинированная машина ЭД-405АГ на базе самосвала КАМАЗ-65115-30;
- вакуумная машина КО-505АГ;
- автобусы «Бравис» городской малого класса (пассажировместимость 51 чел.) и пригородный малого класса (пассажировместимость 42 чел.);
- газовый заправщик ПАГЗ-5000 с дожимным компрессором;
- сервисный центр на базе каркасно-тентового сооружения.



Выставка газобаллонной техники

Каждая представленная модель газового автомобиля вызвала интерес представителей делегации. Запас хода, возможности комплектации, удобство эксплуатации и сроки поставки – основные сведения, которые интересовали гостей.

В конференц-зале «РариТЭК» были сделаны доклады о планах производства и сервиса газобаллонных автомобилей. А за круглым столом были достигнуты договоренности и подписан протокол о дальнейших совместных действиях по продвижению газомоторного транспорта в Чувашской Республике.



Встреча за круглым столом

1 млрд рублей для Омской области

64

В феврале в Томске состоялась рабочая встреча председателя правления ОАО «Газпром» Алексея Миллера и губернатора Омской области Виктора Назарова.

На встрече было отмечено, что Газпром ведет активную работу по газификации региона. С 2006 г. уровень газификации области был увеличен на 10,7 % – до 25 %. В текущем году компания направит 0,5 млрд руб. на завершение строительства межпоселкового газопровода, а также на проектно-изыскательские работы по пяти газопроводам-отводам, девяти межпоселковым газопроводам и четырем газораспределительным станциям.

Продолжается работа по созданию в области рынка газомоторного топлива. В 2015 г. Газпром планирует построить в регионе две автомобильные газонаполнительные компрессорные станции (АГНКС) в Омске и п. Лузино, а также начать подготовку проектной документации для сооружения еще двух АГНКС. На эти цели компания направит около 0,5 млрд руб.

Стороны обсудили ход реализации дорожной карты проекта по расширению использования Газпромом высокотехнологичного оборудования, выпускаемого предприятиями области. Отмечено, что из 270 видов продукции, вошедших в сводный реестр предложений промышленных организаций региона, в компании отобрано 248 (более 90 %). Ряд предприятий, выпускающих одобренные виды продукции, уже прошли сертификацию Газпрома, и теперь их изделия могут быть рекомендованы для приобретения дочерними обществами компании.

Справка

Между ОАО «Газпром» и правительством Омской области действуют соглашения о сотрудничестве и расширении использования природного газа в качестве моторного топлива, а также Договор о газификации.

В январе 2014 г. была подписана дорожная карта проекта «Расширение использования высокотехнологичной продукции наукоемких организаций Омской области, в том числе импортозамещающей, в интересах ОАО «Газпром».

Газпром будет развивать производство малотоннажного СПГ

В начале марта в Екатеринбурге состоялось совещание, посвященное перспективам использования в России сжиженного природного газа (СПГ) для газификации населенных пунктов и применения в качестве топлива для транспорта. Совещание провел заместитель председателя правления ОАО «Газпром» Валерий Голубев.

Участниками мероприятия стали заместитель полномочного представителя Президента РФ в Уральском федеральном округе Александр Моисеев, члены правления Газпрома Дмитрий Люгай и Владимир Марков, представители руководства ряда регионов Уральского и Приволжского федеральных округов, профильных подразделений и дочерних компаний Газпрома, а также ОАО «КАМАЗ».

Открывая совещание, Валерий Голубев отметил, что сокращение транспортных расходов является одним из наиболее действенных инструментов повышения эффективности производства российского валового внутреннего продукта. В то же время сегодня только 0,2 % (около 100 тыс. единиц) отечественного автотранспорта использует самый экономичный и экологичный вид моторного топлива – природный газ. Газпром ведет масштабную системную работу по расширению использования компримированного природного газа (КПГ) в качестве моторного топлива. В перспективе компания планирует широко применять не только КПГ, но и сжиженный природный газ (СПГ). Речь идет, прежде всего, о крупнотоннажном автомобильном и железнодорожном транспорте.

Еще одна область использования СПГ на внутреннем рынке – газификация населенных пунктов. Там, где строительство газопроводов экономически нецелесообразно, Газпром намерен существенно расширить применение автономной газификации с использованием СПГ.

В качестве примера Валерий Голубев привел работу ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург». Компания эксплуатирует 32 станции по заправке автомобилей сжатым газом, а также установку по производству СПГ на базе газораспределительной станции (ГРС-4) в пригороде Екатеринбурга. Мощность установки составляет 3 т СПГ в час. Она создана по уникальной экономичной отечественной технологии, разработанной специалистами «Газпром трансгаз Екатеринбург», которая позволяет использовать холод, образующийся при перепаде давления на ГРС.

Создание установки позволило автономно газифицировать сжиженным природным газом две котельные п. Староуткинска в Свердловской области, снабжающие поселок теплом.

Кроме того, в 2013-2014 гг. СПГ применялся для заправки двух газомоторных локомотивов (газотурбовозы) и газопоршневого маневрового тепловоза в ходе испытаний на Свердловской железной дороге.

Директор по газомоторной технике и диверсификации ОАО «КАМАЗ» Евгений Пронин отметил, что КАМАЗ, крупнейшая отечественная автомобильная корпорация, сегодня реализует программу по разработке и выпуску автомобилей на газомоторном топливе. В настоящее время компания готова ежегодно поставлять на российский рынок более девяти тысяч газомоторных автомобилей различной спецификации.

Подводя итоги совещания, Валерий Голубев подчеркнул важность скоординированной работы Газпрома, руководства субъектов РФ, производителей оборудования малотоннажного СПГ и потенциальных потребителей. Он отметил, что Газпром планирует принять программу развития малотоннажного производства СПГ на газораспределительных станциях.

После заседания участники семинара посетили АГНКС в Екатеринбурге, малотоннажный завод по производству СПГ на базе ГРС-4, а также выставку газомоторной техники.

Управление информации ОАО «Газпром»



Метан для морских судов



Порт в Хиртсхальсе (Дания)

Дания

Евросоюз выделяет более миллиона евро на строительство первого в Европе пункта бункеровки судов сжиженным метаном в Хиртсхальсе на севере Ютландии (Дания). При этом здесь же можно будет заправить СПГ в автомобили. На первом этапе запас топлива составит 200 т (500 м³). Позже хранилище будет увеличено до 3...5 тыс. м³.

Объект создается в соответствии с программой TEN-T, предусматривающей строительство к 2030 г. общедоступных бункеровочных пунктов во всех основных морских портах Европы. Строительство заправки в Хиртсхальсе должно быть завершено к 30 июня 2015 г. Реализацию проекта координирует Исполнительное агентство Европейской комиссии по инновациям и сетям INEA (the European Commission's Innovation and Networks Executive Agency).

Литва

Литовская газораспределительная компания Litgas рассматривает проект строительства в Клайпеде малотоннажного терминала для СПГ, который сможет обеспечивать снабжение природным газом сетевых потребителей и бункеровку морских судов, включая малые паромы. Проект предполагается осуществлять совместно со шведской компанией Statoil. Соглашение на этот счет может быть подписано уже в первой половине 2015 г.

Еще в 2014 г. Statoil и Litgas заключили договор на поставку из Швеции в Литву 540 млн м³ газа в виде СПГ. Эти компании не единственные, кто намерен закрепиться на рынке Балтийского малотоннажного СПГ. Концерны E.On (Германия), Газпром (Россия), GDF Suez (Франция), Shell (Нидерланды) и даже японские Mitsui и NYK рассматривают участие в бункеровочных СПГ-проектах в этом регионе.

Словакия

Словацкая компания Taylor-Wharton опубликовала планы по строительству бортовой системы хранения СПГ,



Порт Клайпеды (Литва)

включающей две емкости по 255 м³ типа С, для танкера Fure West шведской судоходной компании Furetank Rederi AB. Проект LNG-CONV по переоборудованию корабля для работы на СПГ, в котором, кроме Швеции и Словакии, участвуют Германия и Дания, начался в 2012 г. и должен быть завершен в 2015-м. Проект LNG-CONV предусматривает перевод на газ главной силовой установки судна MaK 7M46DF и как минимум одного из трех вспомогательных двигателей Caterpillar 3058.

Это один из шести инфраструктурных проектов (по всей цепочке: терминал СПГ – бункеровщик – судно), в софинансировании которых принимает участие Европейский союз.

США

Компания Harvey Gulf International Marine провела первую в Северной Америке бункеровку вспомогательного судна Harvey Energy сжиженным природным газом. Заправка судна проходила на базе компании в Паскагула (штат Миссисипи) по схеме «автомобильный бункеровщик – корабль». Для захлаживания бортовой емкости потребовалось 3,8 тыс. галлонов азота. Процесс продолжался 12 часов.

Вспомогательное судно Harvey Gulf имеет длину 92 и ширину 20 м, водоизмещение 5,5 тыс. т. На корабле установлены три газодизельных двигателя Wartsila 6L34DF, обеспечивающие в общей сложности 7,5 МВт мощности.

Пробная заправка судна сжиженным метаном – один из элементов программы по организации бункеровки судов СПГ в Мексиканском заливе.

Компания Harvey Gulf International Marine с февраля 2014 г. ведет строительство первого в США пункта бункеровки в порту Фурчон (штат Луизиана). Создание этого объекта позиционируется как важный этап в развитии национальной инфраструктуры СПГ с целью повышения экологической безопасности судов, работающих в морском нефтегазовом секторе Мексиканского залива.

Harvey Gulf International Marine,
www.portnews.ru, Taylor-Wharton, Metanograph



Танкер Fure West



Вспомогательное судно Harvey Energy

Европейская сеть КриоАЗС

Сжиженный природный газ – топливо не завтрашнего, а сегодняшнего дня. Инвесторы и владельцы транспортных средств преодолевают психологический барьер недоверия и начинают зарабатывать на экологических и экономических преимуществах СПГ: открывается реальная возможность сокращения совокупной стоимости владения автомобилем минимум на 10 %.

В Евросоюзе продолжается реализация проекта «Голубые коридоры СПГ». Четырехлетний проект, охватывающий 12 стран, предусматривает строительство 14 КриоАЗС в четырех транспортных коридорах и запуск примерно 100 тяжелых автомобилей на СПГ.

Кроме одного из первопроходцев – логистической фирмы Vos Logistics – на СПГ переключились компании ADPO, AtlanticCargo, Fercam, Logicompany, Luis Simoes, Ninatrans, Patinter, Paulo Duarte, TIEL, TJA, TML, Torrestir, Transportes Marine, Transportes Noriega. Всем им нужен СПГ и комфортная заправочная инфраструктура.

В 2014 г. в рамках проекта «Голубые коридоры СПГ» в эксплуатацию введены три новых КриоАЗС: в Пьяченце (Италия), Йорребру (Швеция) и Калло (Бельгия). В 2015 г. начали работать еще два новых комплекса заправки СПГ: в Барселоне (Испания) и Каррегадо около Лиссабона (Португалия).

Всего в настоящее время в Европе работают 45 КриоАЗС для грузовиков и автобусов.

В Нидерландах сжиженным метаном можно заправиться на 12 станциях: Амстердам, Апелдорн, Вальвик, Дуйвен, Зволле, Маасланд, Осс, Роттердам, Тилбург, Утрехт, Хогевен, Эйндховен. В этой стране, очевидно, самая высокая плотность заправок СПГ. Во многом это определено близостью терминала в Зее-Брюгге (Бельгия) и крупнейших морских портов Европы.

В Испании 11 КриоАЗС – в Аликанте, Аловере, Барселоне (две станции), Бильбао, Валенсии, Куэнке, Лериде, Сарагосе, Таррагоне, Торремоча-дель-Кампо. В Великобритании уже работают девять станций – в Бристоле, Глазго, Дройтуиче, Каслфорде, Нортгемптоне, Ноттингеме, Пенрите, Телфорде, Чeshire.

В Швеции семь действующих КриоАЗС – в Гётеборге, Йенчёпинге, Йерне, Йорребру, Малмё, Стокгольме, Хельсингборге. В Португалии две станции – в Лиссабоне и Миранделле. В Польше работают два комплекса для заправки автобусов – в Варшаве и Ольштыне. В Бельгии и Италии построены пока только по одной КриоАЗС в Калло и Пьяченце соответственно.

Новые СПГ-заправки строят в Бельгии, Италии, Португалии, Словении, Финляндии, Франции. Средняя стоимость строительства КриоАЗС составляет 1,5 млн евро. Параллельно продолжается создание новых моделей автомобилей, работающих на СПГ. Mercedes, Renault, Volvo разрабатывают машины, соответствующие нормам выбросов Евро-4. А Iveco уже вывел на рынок модель Stralis 330 – первый в Европе газовый грузовик Евро-4.

Metanograph



СПГ на автобусах Варшавы

Совместно с польским производителем автобусов Solbus компания GAZPROM Germania способствует развитию использования природного газа в качестве моторного топлива в Варшаве. Недавно партнеры ввели в эксплуатацию 35 автобусов, работающих на сжиженном природном газе (СПГ).

В ноябре 2013 г. GAZPROM Germania, Solbus и их партнер-дистрибьютор Lider Trading выиграли открытый тендер городского транспортного предприятия Варшавы (MZA Miejskie Zakłady Autobusowe sp. z o.o.). На данный момент GAZPROM Germania гарантирует снабжение и заправку автобусов сжиженным природным газом, а Solbus предоставляет современные городские автобусы. Уже в октябре 2013 г. компании-партнеры ввели в эксплуатацию 11 первых в Европе городских автобусов на СПГ в польском городе Ольштын.

«Преимущество автобусов на СПГ состоит, с одной стороны, в том, что при их эксплуатации выделяется значительно меньше вредных веществ, чем при эксплуатации аналогичных дизельных моделей. С другой – двигатели автобусов на СПГ работают намного тише, что благоприятно сказывается на городской экологии. Поэтому мы совместно с нашим польским партнером Solbus хотим убедить как можно больше клиентов в положительных качествах природного газа как моторного топлива», – отметил Тимо Ферз, директор департамента развития бизнеса компании GAZPROM Germania GmbH.

Варшава сможет воспользоваться преимуществами СПГ как экологичного и экономичного вида топлива в сегменте пассажирского городского транспорта. «Мы считаем, что автобусы на СПГ являются практическим вкладом в обеспечение экологичности городского пассажирского транспорта в Варшаве. Природный газ в качестве моторного топлива отличается существенной экономичностью. Кроме того, он делает нас независимыми от нефти», – подчеркнул представитель предприятия городского транспорта Варшавы Адам Ставицки.

СПГ обладает теми же экологическими свойствами, что и широко применяемый во многих европейских странах компримированный природный газ (КПГ), который уже сегодня является перспективной альтернативой дорожающим бензину и дизелю и на 25 % сокращает выбросы углекислого газа.

Совместно со своими партнерами российский концерн «Газпром» разрабатывает проекты по использованию природного газа в качестве экологически чистого и экономичного моторного топлива. Газпром инвестирует в расширение инфраструктуры, необходимой для эксплуатации автомобилей на природном газе, по всей Европе. До конца 2015 г. GAZPROM Germania планирует довести число газозаправочных станций в Германии до 35 ед. В Европе компания занимается развитием инфраструктуры автозаправочных станций КПГ и СПГ с выходом на рынки Польши, Чехии и Словакии.

GAZPROM Germania GmbH, Gazprom Export, Metanograph



Заправка автобуса Solbus сжиженным метаном

Муниципальный транспорт становится экологичным



Гибридный автобус Van Hool



Автобус Scania Citywide на КПГ

Бельгия

Бельгийский производитель автобусов Van Hool получил от Евросоюза контракт на поставку в 2015-2016 гг. 21 городского автобуса на водородных топливных элементах. Топливные модули FCvelocity®-HD7 для автобусов изготовит компания Ballard, которая, по экспертным оценкам, занимает 80 % европейского рынка топливных элементов для транспорта. Евросоюз финансирует 50 % стоимости проектов, направленных на развитие и модернизацию системы общественного транспорта. По рамочной программе Framework FP7 в 2008-2014 гг. на эти цели выделено 470 млн евро. Новая программа Horizon 2020 увеличила бюджет ЕС на эти цели до 700 млн евро.

Бразилия

В штате Риу-Гранди-ду-Сул введены в действие технические требования к биометану, производимому из органических отходов, для использования в качестве моторного топлива. Этот газ брендируется как GNVerde – зеленый КПГ. Региональная газораспределительная компания Sulgas с 2013 г. вела испытания биометана и его смесей с сетевым (трубный) природным газом. После утверждения технических требований GNVerde будет поставляться потребителям в коммерческом, бытовом и транспортном секторах. Первый в штате Риу-Гранди-ду-Сул газовый автобус вышел на маршрут в январе 2015 г. Это – городской автобус Scania Citywide, соответствующий нормам выбросов Евро-4.

Венесуэла

Администрация штата Миранда закупила 21 пассажирский автобус средней вместимости (25 мест для сидения) производства китайской фирмы

Yutong, которые будут работать на КПП. Автобусы предназначены для пригородного сообщения. Машины оборудованы кондиционерами, телевизорами, бортовыми видеоканерами и прочими современными устройствами. По словам руководства штата, новые газовые автобусы позволят повысить качество обслуживания 40-50 тыс. человек, ежедневно едущих на работу на расстояние около 20 км.



Газовые автобусы Yutong для Штата Миранда

Испания

Автобусная компания Empresa Martin S.A. (Мадрид) приобрела 14 низкопольных автобусов Scania Castrosua Magnus (модификации 10,8 и 12,8 м) на КПП для обслуживания пассажиров на маршруте Мадрид – Леганес. Теперь компания эксплуатирует в общей сложности 60 газовых машин. Нынешняя городская администрация увеличила парк метановых автобусов на 85 %. Всего в компании работают 143 автобуса, почти половина из которых – газовые, соответствующие нормам выбросов Евро-4.



Автобус Scania Castrosua Magnus на КПП

Китай

Китайский автоконцерн Foton AUV получил контракт на поставку пекинской автотранспортной компании 1909 городских автобусов, из них 1561 работает на природном газе. В рамках контракта Foton построит для города автобусы различной размерности, включая двухэтажные, и различного назначения (маршрутные, городские и туристические), работающие как на КПП, так и на СПГ. Двухэтажный автобус Foton BJ6128C8VCD имеет длину 18 м и оснащен китайским двигателем, соответствующим 4-му национальному классу экологической безопасности. Компания Foton AUV, кроме автобусов на традиционных видах топлива, выпускает технику на КПП, СПГ, с гибридными электросиловыми агрегатами и на топливных элементах.



Двухэтажный Foton на СПГ



Автобус Solbus Solcity-12 на СПГ

Словакия

В городе Дунайска-Стреда, что в 50 км на юго-восток от Братиславы, начались демонстрационные испытания городского автобуса Solbus Solcity-12 на СПГ (вместимость криобака 367 л). Заправку автобуса сжиженным метаном осуществляет компания GAZPROM Germania – немецкое дочернее предприятие ООО «Газпром экспорт». Мобильный заправочный комплекс по заказу изготовлен чешской компанией Chart Ferox. Аналогичные демонстрации должны быть проведены также в городах Зволен, Прьевидза, Трнава.

Эстония

Компания ReolaGaas, входящая в состав Alexela Group, в середине января 2015 г. открыла первую в Балтии станцию заправки автотранспорта сжиженным природным газом. Мобильная КриоАЗС предназначена для обеспечения демонстрационных испытаний автобуса Solbus Solcity-12 в эстонской столице Таллинне. Аллан Полак, член совета директоров компании ReolaGaas, выразил надежду, что до конца 2015 г. в Таллинне будут работать от шести до десяти автобусов на СПГ.



СПГ-автобус Solbus на мобильной КриоАЗС

Ballard, Sulgas, Ministry of Land Transport and Public Works of Venezuela, Scania Spain, China Buses, Gazprom Export, LETA/Delfi, Metanograph

Метан на транспорте КНР

Китай – стремительно развивающаяся газомоторная держава. В КНР освоили использование природного газа на всех видах транспорта, кроме авиации. Хотя, утверждать это с уверенностью сложно из-за ограниченности информации. Вероятно, работы в этом направлении идут. В относительно короткие сроки практически с нуля создана вся газомоторная подотрасль для КПП и СПГ – от промышленности и заправочной инфраструктуры до сервиса и экспорта.

Например, по состоянию на конец 2013 г. только газодизельных автобусов и грузовиков в Китае насчитывалось два миллиона. Объем потребления природного газа этим парком машин оценивается в 20 млрд м³, что позволяет заместить 16 млн т дизтоплива, то есть 5 % общего объема потребления этого топлива автомобильным транспортом.

По прогнозам НИИ экономики и технологий Китайской национальной нефтегазовой корпорации, потребление природного газа на национальном транспорте может достичь следующих показателей: в 2015 г. – 27,8 млрд м³; в 2020 г. – 44,5 млрд м³ (при оптимистичном сценарии этот показатель может достичь 50,6 млрд м³); в 2030 г. – 58...75,2 млрд м³.

Китай активно развивает национальное производство газозаправочной и газоиспользующей техники. КНР превратилась в экспортера АГНКС, криогенного оборудования, двигателей, автомобилей. Китайское оборудование завоевывает рынок. Так, недавно китайский грузовик на СПГ Yuchai C&C с двигателем YC6K1340N (национальный экологический класс V) получил звание «Грузовик года» в номинации «Топливная экономичность». Двигатель работает на бедных смесях, что позволяет сократить энергозатраты на четверть. Его изготавливает компания Guangxi Yuchai Machinery Company Limited (GYMCL) – дочернее общество концерна China Yuchai International Limited. В 2013 г. завод GYMCL продал 500,7 тыс. двигателей. Недавно компания GYMCL выиграла тендер на поставку 587 газовых двигателей серии YC6K13N одному из китайских производителей автобусов.

В КНР не ограничиваются только природным газом. Эксплуатационные испытания уже проведены на нескольких поколениях водородной техники. А в декабре 2014 г. компания Yutong продемонстрировала чиновникам из Программы развития ООН (UNDP) автобус на водородных топливных элементах, который создается при финансовой поддержке ООН. Машина соответствует тому же пятому классу экологической безопасности, что и грузовик Yuchai C&C.

ООН не единственная международная организация, сотрудничающая с КНР в области развития национального газомоторного рынка. В декабре 2014 г. Азиатский банк развития сообщил о предоставлении Китайской газовой холдинговой компании займа в 450 млн долл. США на строительство инфраструктуры. К 2018 г. Китай намерен построить 20 пунктов бункеровки речных судов сжиженным природным газом, 600 АГНКС и 200 КриоАЗС в основных транспортных коридорах.

ООО «Газпром экспорт», China Yuchai International Limited,
GNV magazine, Yutong, Metanograph



Автобус Yutong на водородных топливных элементах

Совместные проекты НХК «Узбекнефтегаз» и НК

В НХК «Узбекнефтегаз» состоялась двухэтапная рабочая встреча с представителями корейской компании НК в рамках реализации проектов «Организация производства газобаллонного оборудования на территории СИЭЗ «Навои» и «Строительство сети сервисных центров по установке газобаллонного оборудования на автомобили в регионах Республики Узбекистан».

В ходе переговоров стороны обсудили вопросы ускоренного производства газовых баллонов для последующей их реализации на внутреннем и внешнем рынках согласно проекту. Партнеры отметили важность организации современного технологического производства. Это в свою очередь позволит внедрить новейшую систему TotalGazSolution, включающую производство, установку, тестирование и заправку газобаллонного оборудования.

В ходе состоявшихся встреч подчеркивалось, что обеспечение промышленной безопасности является одним из главных приоритетов НХК «Узбекнефтегаз». Подтверждение этому – проект «Строительство сети сервисных центров по установке газобаллонного оборудования на автомобили в регионах Республики Узбекистан», который гарантирует безопасность эксплуатации газовых баллонов с учетом создаваемых профессиональных сервисных центров.

Стороны отметили важность строительства аналогичных центров, что позволит максимально эффективно диагностировать и автоматизировать тестовый процесс оборудования. Рассмотрен также вопрос о дислокации сервисных центров на территории уже построенных АГНКС.

UzDaily.uz

СПГ-терминал в Пакистане

Азиатский банк развития принял решение об участии в строительстве первого в Пакистане приемного терминала СПГ. Банк предоставит частной компании Engro Elengy Terminal Private Limited 30 млн долл. США. Общая стоимость проекта оценена в 133,3 млн долл. В финансировании проекта также участвуют компания International Finance Corporation (20 млн долл.) и местные банки (50 млн долл.). Недостающие 33,3 млн будут получены от операций с недвижимостью.

Плавучее хранилище и регазификатор будут установлены в порту Мухаммад ибн Касим недалеко от Карачи. Отсюда газ будет подаваться в газотранспортную систему. Терминал рассчитан на регазификацию 3 млн т СПГ в год. Покупатель газа – государственная компания Sui Southern Gas, владеющая региональной газораспределительной системой.

Цели, которые преследуют инициаторы проекта, заключаются в следующем:

- диверсификация источников энергоносителей;
- сокращение выбросов парниковых газов примерно на 2 млн т в год;
- снижение дефицита природного газа;
- повышение загрузки генерирующих мощностей;
- экономия одного миллиарда из 15 млрд долл. США в год, идущих на оплату за импортное нефтяное топливо.

Как известно, с 2008 г. Пакистан испытывает острый дефицит газа, вызывающий периодические перебои в поставке его потребителям. Это затронуло и национальный газомоторный рынок: в периоды обострения дефицита природный газ на АГНКС подается по газопроводам только 72 часа в месяц.

ADB, NGV Global, Metanograph

Мировой рынок КПГ по состоянию на февраль 2015 г.

Страна	Парк автомобилей на природном газе	Среднемесячная продажа топлива, тыс. м ³	Число АГНКС	Число строящихся АГНКС
Иран	4 000 000	630 000	2 220	100
Китай	3 994 350	-	6 502	400
Пакистан	2 700 000	3 520	1 939	-
Аргентина	2 487 349	239 815	1 939	-
Индия	1 800 000	163 210	936	-
Бразилия	1 781 102	144 536	1 805	-
Италия	885 300	75 000	1 060	-
Колумбия	500 000	45 000	800	-
Таиланд	462 454	184 200	497	-
Узбекистан	450 000	-	213	50
Боливия	300 000	26 278	178	-
Армения	244 000	26 520	345	-
Бангладеш	220 000	91 550	585	-
Египет	207 617	46 850	181	-
Перу	183 786	18 562,5	237	-
Украина	170 000	52 000	325	-
США	150 000	77 520	1 615	239
Германия	98 172	23 000	921	86
Россия	90 050	33 750	253	15
Венесуэла	90 000	8 152	166	80
Грузия	80 600	-	100	25
Болгария	61 320	15 000	110	7
Малайзия	55 999	14 800	184	-
Швеция	46 715	11 700	213	-
Япония	42 590	-	314	-
Южная Корея	40 532	93 000	201	-
Мьянма	27 137	-	45	-
Канада	14 205	-	89	-
Франция	13 550	6 000	311	3

Мировой газомоторный рынок

76

Страна	Парк автомобилей на природном газе	Среднемесячная продажа топлива, тыс. м ³	Число АГНКС	Число строящихся АГНКС
Швейцария	11 640	1 610	167	3
Доминиканская Республика	10 909	-	15	-
Таджикистан	10 600	4 130	53	-
Чешская Республика	8 817	2 000	101	40
Австрия	8 332	13 500	180	-
Чили	8 164	3 200	15	28
Нидерланды	7 573	-	147	-
Кыргызстан	6 000	600	6	-
Индонезия	5 690	-	11	4
Венгрия	5 118	220	19	9
Сингапур	4 638	1 030	3	-
Белоруссия	4 600	-	42	-
ОАЭ	4 179	-	18	5
Испания	3 990	94 060	86	17
Турция	3 850	4 200	14	-
Нигерия	3 798	-	8	10
Польша	3 590	760	88	-
Тринидад и Тобаго	3 535	1 800	11	-
Австралия	3 110	-	52	10
Мексика	2 620	1 375	8	-
Молдавия	2 200	400	24	-
Исландия	2 016	17	6	2
Финляндия	1 800	420	26	4
Афганистан	1 701	-	2	-
Мозамбик	1 380	240	5	2
Бельгия	1 053	-	20	21
Греция	1 000	1 330	7	12
ЮАР	937	-	3	5
Сербия	878	31	10	3

Страна	Парк автомобилей на природном газе	Среднемесячная продажа топлива, тыс. м ³	Число АГНКС	Число строящихся АГНКС
Норвегия	667	16 400	22	7
Великобритания	663	3 000	22	5
Португалия	586	1 160	5	1
Вьетнам	462	–	7	–
Словакия	426	1 000	14	–
Литва	380	200	5	3
Эстония	340	20	5	1
Хорватия	329	80	3	1
Люксембург	270	–	7	2
Алжир	215	–	4	–
Новая Зеландия	201	–	14	–
Лихтенштейн	143	100	2	1
Дания	104	–	7	3
Катар	76	–	1	–
Словения	58	8,2	7	1
Танзания	55	–	1	2
Македония	54	20	1	3
Эквадор	40	–	1	–
Босния и Герцеговина	35	–	3	–
Тунис	34	–	1	–
Латвия	29	3	2	–
Казахстан	20	–	1	90
Филиппины	20	–	1	–
Панама	15	–	–	–
Ирландия	3	–	–	1
Румыния	2	–	2	–
Туркменистан	–	–	1	–
Черногория	–	–	1	–
Итого	22 335 773	2 426 137	26 629	1 361

По данным <http://www.ngvjjournal.com>

Abstracts of articles

P. 7

Small-scale production of LNG and its scope. Experience of the LLC «Gazprom Transgaz Ekaterinburg»

Edward Gaydt

The role of LNG as a universal source of energy will increase. It is necessary to create cost-effective systems for the production of LNG producing equipment for storage, transportation and regasification. This experience of «Gazprom Transgaz Ekaterinburg» on creating systems for the production of LNG and CNG introduction of effective technologies to fuel independent boilers and vehicles, as well as for gas supply in emergency and repair work on the objects of gas mains is valuable.

Keywords: natural gas, liquefied natural gas, NGV filling stations, complex LNG, CNG technology.

P. 12

The influence of real factors on refueling On-board cryogenic fuel systems of vehicles with liquefied natural gas

Stanislav Gorbachev, Kristina Kirienko

At the present time, the reduction of the duration of filling and improving fire safety in completing the on-board cryogenic fuel systems is an important task, since it increases the competitiveness of CNG as motor fuel. The paper analyzes the influence of real factors on refuel cryogenic fuel onboard systems such as boiling the incoming fluid flow, the flow resistance of the feed lines, availability of warm gas in communications, the initial temperature of the tank wall. Recommendations for the implementation of the process of filling and refilling acceleration are given.

Keywords: liquefied natural gas, on-board cryogenic fuel system, fueling period.

References

1. Gorbachev S.P., Kirienko K.I. Modern onboard cryogenic fuel systems for motor vehicles and their refueling technology // *Alternative Fuel Transport*. – 2013. – № 6 (36). – P. 41-44.
2. Gorbachev S.P., Kirienko K.I. Experimental verification of the technology onboard refueling cryogenic fuel systems // *Alternative Fuel Transport*. – 2013. – № 3 (33). – P. 37-42.
3. Gorbachev S.P., Kirienko K.I. Accounting for the effects of heat transfer to the tubeless filling // *Bulletin of MPEI*. – 2013. – № 5. – P. 48-53.
4. Gorbachev S.P., Kirienko K.I. Investigation of processes of tubeless filling the fuel tank cryogenic liquid // *Technical gases*. – 2013. – № 6. – P. 64-70.

P. 18

Functioning of the Diesel Engine on Diesel Fuel with Ethanol Addition

Vladimir Markov, Vladimir Birukov, Sergey Devyanin

Possible ways of utilizing ethanol as a fuel for diesel engines are considered. Experimental work on D-245.12S diesel engine fueled with mixture of ethanol and diesel fuel has been carried out. Possibility of exhaust toxicity characteristics improvement by using these mixture as a fuel for automobile diesel engines is demonstrated.

Keywords: diesel engine, diesel fuel, ethanol, biofuel mixture.

References

1. *Alternative fuels for internal combustion engines* / A.A. Aleksandrov, I.A. Argali, V.A. Markov et al., Ed. A.A. Alexandrov, V.A. Markov. – M.: Ltd SIC «Engineer», LLC «Oniko-M», 2012. – 791 p.
2. *Bioenergy: World experience and development forecasts* / LS Orsik, NT Sorokin, VF Fedorenko et al., Ed. VF Fedorenko. – M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2008. – 404 p.
3. Lotko V., Lukanin V.N., Khachian A.S. The use of alternative fuels in internal combustion engines. – M.: Publishing House of MADI (TU), 2000. – 311 p.
4. The use of vegetable oils and fuels on the basis of a diesel engine / V.A. Markov, S.N. Devyanin, V.G. Semenov et al. – M.: Ltd SIC «Engineer», 2011. – 536 p.
5. Markov V.A., Krylov V.I., Bagrov V.V. The use of motor fuels of vegetable origin as a factor in energy, environmental and food security of Russia // *Bulletin of the Academy of Military Science*. – 2013. – № 1. – S. 154-161.
6. Gusakov S.B. Prospects for the use of alternative fuels in diesel engines from renewable sources. – M.: People's Friendship University, 2008. – 318 p.
7. Raynolds M.A., Checkel M.D., Fraser R.A. A Case Study for Life Cycle Assessment (LCA) as an Energy Decision Making Tool: The Production on Fuel Ethanol from Various Feedstocks // *SAE Technical Paper Series*. – 1998. – № 982205. – P. 1-17.
8. Aleksandrov A.A., Arkharov I.A. Motor fuels. Modern aspects of safe storage and sale of urban-metropolitan areas. – M.: Publishing House of the MSTU. NE Bauman, 2011. – 352 p.
9. Feijo E.A.V., Fujisawa R. Emission Control Evolution of the 2.0 L Gasohol / Ethanol Engines in Brasil // *SAE Technical Paper Series*. – 1992. – № 921493. – P. 1-17.
10. Kremer F.G., Fachetti A. Alcohol as Automotive Fuel - Brazilian Experience // *SAE Technical Paper Series*. – 2000. – № 2000-01-1965. – P. 1-4.
11. Quissek E., Barbera E., Hulak K. Development and Optimization of Alcohol Fueled SI-Engines for Passenger Cars for the Brazilian Market // *SAE Technical Paper Series*. – 1991. – № 911730. – P. 231-237.
12. Ethyl alcohol in motor fuel / Barannik V.P. et al. – M.: OOO «RAU-University», 2005. – 184 p.
13. Ahmed I. Oxygenated Fuel: Emissions and Performance Characteristics of Ethanol-Diesel Blends in CI Engines // *SAE Technical Paper Series*. – 2001. – № 2001-01-2475. – P. 1-6.
14. Corkwell K.C., Jackson M.M. Lubricity and Injector Pump Wear Issues with E diesel Fuel Blends // *SAE Technical Paper Series*. – 2002. – № 2002-01-2849. – P. 1-8.
15. Schroeder A.R., Savage L.D., White R.A. et al. The Effect of Diesel Injection Timing on a Turbocharged Diesel Engine Fumigated with Ethanol // *SAE Technical Paper Series*. – 1988. – № 880496. – P. 1-11.
16. Mendoza M.C., Woon P.V. E-diesel Effects on Engine Component Temperature and Heat Balance in a Cummins C8.3 Engine // *SAE Technical Paper Series*. – 2002. – № 2002-01-2847. – P. 1-7.
17. Vallejo Maldonado P.R., Devyanin S.N., Markov V.A., Ponomarev E.G. The experimental setup and results of her comparative tests of alternative fuels for diesel engines // *Automotive*. – 2013. – № 7. – P. 31-34.
18. Vallejo Maldonado P.R., Devyanin S.N., Markov V.A. The results of comparative tests of alternative fuels for diesel engines // *Proceedings of Volgograd State Technical University. A series of «energy conversion processes and power plants.»* Issue 5. – 2013. – № 12. – S. 5-9.
19. TU 2421-064-07506004-2003. Ethanol synthesis of absolute purification.

P. 29

Performance indicators of alky gas usage in diesel engine as an additive

Nicholay Patrakhaltsev

The ways of organizing diesels work processes using mixed alcohol-diesel fuel are listed. The indexes of evaluating the effectiveness of the use of alcohol in diesel from the perspective of increasing the efficiency of the engine are given.

Keywords: Diesel, alternative fuel, alcohol fuel, mixed fuel, economy, efficiency.

References

1. Markov V.A., Patrakhaltsev N.N. Alcohol fuel for diesel engines // *Alternative Fuel Transport*. – 2010. – № 1 (13). – P. 22. – 26.

2. Patrakhaltsev N.N. Increasing economic and environmental qualities of internal combustion engines through the use of alternative fuels: Proc. allowance. – M.: Publishing House of the People's Friendship University, 2008. – 267 p.: ill. – P. 63-69, 83-92.
3. Likhanov V.A., Polevshchikov A.S. Determination of the optimal injection timing angle using diesel fuel ethanol // *Alternative Fuel Transport*. – 2014. – № 5 (41). – P. 62-64.
4. Patrakhaltsev N.N., Savastenko A.A. The use of non-conventional fuels in diesel engines as an addition to the core. – M.: Legion Avtodata. – 2014. – 162 p.: ill.
5. Shkalikov V.P., Patrakhaltsev N.N. The use of renewable fuels in diesel engines. – M.: Publishing House of the UDN, 1963. – 64 p.

P. 33

Energy service agreement as a new impetus for the transition to gas

Maxim Korotkov, Igor Tyunyaev

This article discusses the possible tools of increasing the use of gas in Russia as motor fuel, proposed by the Group of companies «Gazprom Gazenergoset.» It is an application of existing legislation in the translation gas vehicle fleets of transport companies through energy service contract. On the example of a project to translate into dual-fuel operation of vehicles on the road transport enterprise in the Orenburg region the author demonstrates the effectiveness of this approach, the calculated values are savings and payback.

Keywords: gas fuel, economic efficiency, market development GMT.

P. 37

The economic effect of the conversion of municipal transport services to natural gas

Dmitry Bukharov

The article describes the experience of LLC «Intelligent Heuristic Solutions» of introducing gas diesel technology garbage truck MAN TGS 26.350. A diagram of gas diesel technology with multiple injection is shown. The results of running tests with measurements of the flow of diesel fuel and gas (methane) are given. The calculation of the fleet savings when retrofitting municipal vehicles to natural gas are completed.

Keywords: diesel engine, gas-diesel garbage truck, economic efficiency gas diesel, gas diesel circuit with fuel injection, NGV equipment for utilities.

P. 41

Method of forming a reasonable price for gas motor fuel

Andrey Evstifeev

The paper presents one of the possible approaches to the formation of an adequate value of the gas motor fuel under state regulation of prices.

Keywords: improvement of the regional network of CNG stations, improving the efficiency of production processes, the price of motor fuel gas, compressed natural gas.

References

1. Evstifeev A.A. Provision of municipal bus fleets metropolis gas motor fuel // *Gas industry*. – 2014. – № 2 (702). – P. 86-89.
2. Evstifeev A.A. Mathematical model of CNG refueling vehicles on CNG // *Alternative Fuel Transport*. – 2014. – № 1 (37). – P. 24-31.
3. Evstifeev A.A. The methodology of rational construction and continuous improvement of the regional network of CNG stations // *Alternative Fuel Transport*. – 2014. – № 3 (39). – P. 53-60.
4. Hovorov G.A., Kozlov S.I., Akopova G.S., Evstifeev A.A. Reduction of losses of natural gas for transportation through main pipelines of JSC «Gazprom» // *Gas industry*. – 2013. – № 12 (699). – P. 66-69.
5. Evstifeev A.A. Mathematical model of analysis needs to CNG and LNG re-gasified areas // *Gas industry*. – 2013. – № 1 (685). – P. 87-88.
6. Lugaï S.V., Evstifeev A.A., Timofeev V.V., Balashov M.L., Drygina Y.N. Comparison of economic indicators using liquid motor fuels and NGV // *Alternative Fuel Transport*. – 2013. – № 5 (35). – P. 14-19.
7. Evstifeev A.A. Model for predicting gas consumption of motor fuel in the village // *Alternative Fuel Transport*. – 2013. – № 3 (33). – P. 43-47.
8. Evstifeev A.A., Balashov M.L. Method of determining the boundaries of the economic efficiency of switching to natural gas as a motor fuel // *Alternative Fuel Transport*. – 2013. – № 2 (32). – P. 4-5.
9. Evstifeev A.A. Calculation of reliability of supply of gas motor fuel consumers // *Alternative Fuel Transport*. – 2013. – № 4 (34). – P. 61-65.
10. Evstifeev A.A., Zueva M.A., Hetagurov Y.A. Application of mathematical modeling in testing and testing of complex technical systems // *Bulletin of the National Research Nuclear University MEPI*. – 2013. – T. 2. – № 1. – P. 115.
11. Evstifeev A.A., Lugaï S.V. Analysis of the oil and gas complex automation systems applicable to automobile gas stations // *Alternative Fuel Transport*. – 2012. – № 6. – P. 22.
12. Ilyin G.V., Lavrov V.N., Yurchenko B.A., Evstifeev A.A. Basic concepts and features of deciphering the main pipeline at satellite images // *Science and technology in the gas industry*. – 2011. – № 3. – P. 35-42.
13. Evstifeev A.A., Ilyin G.V., Lavrov V.N., Yurchenko B.A. Qualifier thematic problems solved with the use of remote sensing data for information support of business processes of JSC «Gazprom», as a tool for planning and coordination of activities // *Science and technology in the gas industry*. – 2011. – № 2. – P. 56.
14. Evstifeev A.A., Severtsev N.A. Models minimize damage directed transport system in the absence of information theory // *Questions of security and stability of systems*. – 2009. – № 11. – P. 137-145.
15. Beckov A.V., Evstifeev A.A., Neronov V.F. Methodological foundations of the effectiveness of technical security // *Problems in the theory of security and stability of systems*. – 2009. – № 11. – P. 98-103.

P. 47

Diagnostics of the gas equipment elements of the internal piston combustion engine with spark-plug ignition and electronic control system

Vladimir Shishkov

The purpose of work is to develop the methods of onboard diagnostics for improvement of efficiency both ecological safety of two-fuel and one-fuel gas piston engines of internal combustion with electronic management of a running cycle in service. On the basis of theoretical studies and experimental data the algorithm of onboard diagnostics is developed which is functionally divided into critical and not critical modes of operations of a control system of the piston engine. The algorithms of diagnostics of gauges and executive elements of a control system of movement, influencing ability, of a vehicle and on his safe operation are offered. The methods of diagnostics of gauges of temperature and pressure of gas in rail injector, and also gauge of high pressure of gas in a cylinder are offered. The methods of diagnostics gas injector, main valve and gas reducer are offered. On the basis of the theoretical analysis and experimental data the algorithm of work of the piston engine of internal combustion with spark ignition on reserve modes is developed at not critical malfunctions of elements of a control system, and also algorithms of his deactivation at critical malfunctions. The recommendations for the further development of algorithm of diagnostics and reserve power setting are given.

Keywords: the engine of internal combustion, diagnostics of a control system, critical modes, gas fuel, gauge, elements of a control system.

References

1. Shishkov, V.A. The theory of management of the engine with spark ignition at work on gas fuel. The monograph. – Samara: ANO «Publishing House SNC of WOUNDS», 2012. – 312 p. (In Russ.)
2. Shishkov, V.A. Reserve modes of operations the engine of internal combustion with spark ignition with ECU at work on gas fuel // *AutoGasRefuelling a Complex + Alternative fuel*. – 2011. – №. 3. – P. 41-48. (In Russ.)
3. Shishkov, V.A. Algorithm of diagnostics of elements the gas equipment in system of electronic management the engine of internal combustion with spark ignition // *AutoGasRefuelling a Complex + Alternative fuel*. – 2011. – №. 1. – P. 7-15. (In Russ.).

Авторы статей в журнале № 2 (44) 2015 г.

Бирюков Владимир Владимирович,
аспирант кафедры «Теплофизика»
МГТУ им. Н.Э. Баумана,
тел.: +7 (913) 488-41-72

Бухаров Дмитрий Борисович,
директор ООО «ИнЭР»,
E-mail: service@bez-benzina.ru

Гайдт Эдуард Давидович,
начальник управления «Уралавтогаз», филиала
ООО «Газпром трансгаз Екатеринбург»,
E-mail: ural@ekaterinburg-tg.gazprom.ru

Горбачев Станислав Прокофьевич,
профессор, главный научный сотрудник, д.т.н.,
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
а/я 130, Москва, 115583, Россия,
тел.: +7 (498) 657-42-05,
E-mail: S_Gorbachev@vniigaz.gazprom.ru

Девянин Сергей Николаевич,
д.т.н., профессор, заведующий кафедрой
«Тракторы и автомобили» Московского
государственного агроинженерного университета
им. В.П. Горячкина (МГАУ им. В.П. Горячкина),
тел.: 8-(917)-519-63-94

Евстифеев Андрей Александрович,
начальник лаборатории ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
доцент Национального исследовательского ядерного
университета «МИФИ», к.т.н., 115583, Москва, а/я 130,
тел.: (910) 460-78-86, +7 (498) 657-43-82,
E-mail: A_Evstifeev@vniigaz.gazprom.ru

Кириенко Кристина Игоревна,
младший научный сотрудник
ООО «Газпром ВНИИГАЗ»,
115583, Москва, а/я 130, тел.: +7 (498) 657 4135,
E-mail: K_Kirienko@vniigaz.gazprom.ru

Коротков Максим Владиславович,
начальник отдела розничной реализации КПП и СПП
ОАО «Газпром газэнергосеть», к.т.н., доцент,
тел.: 8 915 248-46-87;
E-mail: M.Korotkov@gazpromlpg.ru

Марков Владимир Анатольевич,
д.т.н., профессор кафедры «Теплофизика»
МГТУ им. Н.Э. Баумана, м.т. 8 917 584-49-54,
р.т. (499) 263-69-18,
E-mail: markov@power.bmstu.ru

Патрахальцев Николай Николаевич,
профессор Университета дружбы народов, д.т.н.,
р. т. 952-62-47, д. т. 680-16-88, м.т. 8-915-278-54-06,
E-mail: nikpatrah@mail.ru

Тюняев Игорь Владимирович,
главный инженер ЗАО «АК № 1825»,
тел.: 8 903 367-93-15;
E-mail: main@ak1825.e4u.ru

Шишков Владимир Александрович,
д.т.н., начальник технического отдела ООО «Рекар»,
E-mail: Vladimir-Shishkov@yandex.ru.
Область научных интересов: системы управления ДВС
на альтернативных видах топлива

Contributors to journal issue № 2 (44) 2015

Biryukov Vladimir,
graduate of «Heat Physics» department of the Bauman
Moscow State Technical University,
phone: +7 913 488-41-72

Bukharov Dmitry,
director of «InER»,
E-mail: service@bez-benzina.ru

Devyanin Sergey N.,
D. Sc. (Eng.), professor, head of «Tractors and Automobiles»
department of the Moscow State University for Agriculture
and Engineering n.a. V.P. Goryachkin,
m.t. + 7 917 519-63-94

Evstifeev Andrey,
PhD, Head of laboratory, JSC «Gazprom VNIIGAZ»,
p/o 130, Moscow, Russia, 115583,
E-mail: A_Evstifeev@vniigaz.gazprom.ru

Gaydt Eduard,
Head of the Office «Uralavtogaz» branch of
«Gazprom transgaz Ekaterinburg»,
E-mail: ural@ekaterinburg-tg.gazprom.ru

Gorbachev Stanislav,
Chief Research Associate,
Doctor of technical sciences, professor,
E-mail: S_Gorbachev@vniigaz.gazprom.ru

Kirienko Kristina,
JSC «Gazprom VNIIGAZ»,
p/o 130, Moscow, Russia, 115583,
phone: +7 (498) 657 4310,
E-mail: K_Kirienko@vniigaz.gazprom.ru

Korotkov Maxim,
department head of JSC «Gazprom gazenergoset», PhD,
phone: +7 915 248-46-87;
E-mail: M.Korotkov@gazpromlpg.ru

Markov Vladimir,
D. Sc. (Eng.), professor of «Heat Physics» department
of the Bauman Moscow State Technical University,
phone: + 7 917 584-49-54

Patrakhaltsev Nikolay N.,
Dr.Sc., prof. of Department of Thermotechnics and Thermal
Engines of RPFU, Russian Peoples' Friendship University
(RPFU), Moscow,
E-mail: nikpatrah@mail.ru

Shishkov Vladimir Aleksandrovich,
Doctor of Science (Technical), of department of Limited
Liability Company «Rekar»,
E-mail: Vladimir-Shishkov@yandex.ru.
Area of research: control systems the engine of internal
combustion on alternative kinds of fuel.

Tyunyaev Igor,
chief engineer of JSC «АК № 1825»,
phone: + 7 903 367-93-15;
E-mail: main@ak1825.e4u.ru